

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2012/169937 A2

(43) Дата международной публикации
13 декабря 2012 (13.12.2012)

WIPO | РСТ

- (51) Международная патентная классификация:
Неклассифицировано
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2012/000445
- (22) Дата международной подачи:
07 июня 2012 (07.06.2012)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2011123095 08 июня 2011 (08.06.2011) RU
- (72) Изобретатель; и
(71) Заявитель : ЗАДЕРИГОЛОВА, Михаил
Михайлович (ZADERIGOLOVA, Mikhail Mikhail-
ovich) [RU/RU]; ул. Шверника, 8/1/2-45, Москва,
117449, Moscow (RU).
- (74) Агент: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ ПАТЕНТНО-ПРАВОВАЯ
ФИРМА "ЮС" (PATENT & LAW FIRM "YUS",
LIMITED LIABILITY COMPANY); Проспект Мира,
6, Москва, 129090, Moscow (RU).

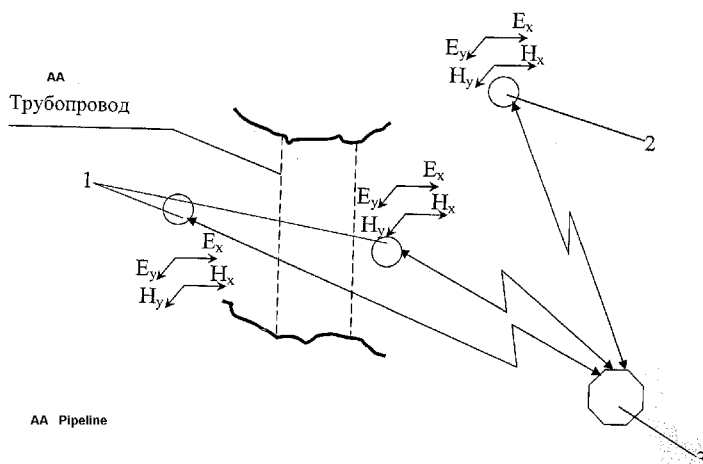
(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: METHOD FOR MONITORING AND PREDICTING FAULTS IN THE UPPER PART OF A GEOLOGICAL SECTION

(54) Название изобретения : СПОСОБ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В
ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА



(57) Abstract: In the method, the mutually orthogonal, horizontal, magnetic and electrical components H_x , H_y , E_x , E_y for the intensity of the Earth's natural electromagnetic field are measured. The impedance values $Z_1 = E_x/H_y$ and $Z_2 = E_y/H_x$ are calculated in a processing device. On the basis of the impedance values, changes over time in the electrical resistances $\rho_{k1}(Z_1, t)$ and $\rho_{k2}(Z_2, t)$ are determined, and, on the basis of sudden changes in said electrical resistances that exceed previously measured reference data $\rho_{ref1}(Z_1, t)$, $\rho_{ref2}(Z_2, t)$ by more than 5 times, a judgment is made in respect of the preparatory phase of faults in the upper part of a geological section UPS over a time t of from 1 to 15 days.

(57) Реферат:

[продолжение на следующей странице]



WO 2012/169937 A2



Опубликована:

- без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))

В способе измеряют взаимно-ортогональные горизонтальные магнитные и электрические компоненты H_x , H_y , E_x , E_y напряженности естественного электромагнитного поля Земли. Вычисляют в устройстве обработки величины импедансов $Z_1 = E_x/H_y$ и $Z_2 = E_y/H_x$. По величинам импедансов определяют изменения во времени электрических сопротивлений $\rho_{k1}(Z_1, t)$ и $\rho_{k2}(Z_2, t)$, по резким скачкам которых, более чем в 5 раз превышающих ранее измеренные фоновые данные $\rho_{f1}(Z_1, t)$, $\rho_{f2}(Z_2, t)$, судят о готовящейся фазе разрывных нарушений в верхней части геологического разреза ВЧР в течение времени t от 1 до 15 суток.

СПОСОБ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Область техники

Изобретение относится к геофизике, в частности к электромагнитным
5 низкочастотным методам изучения верхней части геологического разреза (ВЧР),
предназначенным для контроля и прогноза напряженно-деформированного
состояния (НДС) массива горных пород на основе изучения вариаций
электромагнитного радиоволнового поля Земли (РПЗ). Оно может быть использовано
для выявления и оконтуривания при профильной съемке геоэлектрических
10 локальных неоднородностей (тектонические разломы, обводненные мульды,
карстовые полости, оползневые участки, зоны шахтных подработок, повышенной
трещиноватости, интервалы ослабленных пород и пр.). Данное изобретение
специально может быть использовано также при организации сети мониторинга для
оперативного контроля НДС в зонах действия газотранспортных систем на участках
15 активизаций потенциально опасных геологических процессов (ОГП). Результаты
такого мониторинга находят практическое применение для объективной оценки и
прогнозирования степени рисков, обеспечения безопасности эксплуатации
ответственных газовых объектов и своевременного принятия управляющих решений.

Предшествующий уровень техники

20 Геодинамические активные зоны, как правило, являются индикаторами
потенциальных источников аварий и катастроф, постоянный контроль в режиме
реального времени за изменениями НДС, например, оползневого массива,
включающего, магистральные газопроводы, основания фундаментов ответственных
сооружений является актуальной задачей.

25 В горных породах под действием механических напряжений возникают
следующие друг за другом электромагнитные импульсы в широком спектре частот.
Параметры импульсов зависят от эффективности дефектообразования и определяют
кинетику скрытого трещинообразования движения флюидов. Установлено, что
изменения НДС ведут к изменениям давления поровой жидкости, режима
30 фильтрации подземных вод, что также сопровождается появлением
электрокинетического тока, а значит и электромагнитного поля. На поля НДС
накладываются индуцированные в проводящих включениях поля, вызванные
вариациями радиоволнового поля Земли. Эти, как и другие природно-техногенные

поля, приводят к непостоянству суммарных магнитных компонент (H_z , H_x , H_y) в пространстве и во времени (ось z – вертикальна, оси x , y – в горизонтальной плоскости, ортогональны оси z). При этом под H_z , H_x , H_y понимают разницу между абсолютными значениями компонент на всех рядовых измеряемых i -тых точках поверхности и одной опорной.

Известен способ обнаружения геодинамических зон в массиве горных пород, заключающийся в том, что с заданным периодом времени проводят изучение напряженно-деформированного состояния пород, при котором измеряют плотность потока естественного импульсного электромагнитного поля Земли радиоволновым индикатором в точках наблюдения, расположенных в заданном направлении, с заданным шагом, в заданном диапазоне частот (Патент Украины № 8085, G 01 V 3/08, опубл. 26.12.1995).

В этом способе по результатам измерений составляют графики значений плотности потока магнитной составляющей естественного импульсного электромагнитного поля Земли и по наличию закономерных изменений уровня сигнала судят о наличии аномальных зон в массиве горных пород. Наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли проводят повторно с периодом, равным времени релаксации напряжений в массиве горных пород. При этом измерение магнитной составляющей сигнала интенсивности естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) ведут вдоль оси выработки в трех взаимно перпендикулярных направлениях: продольном, поперечном и вертикальном с шагом 1-5 м в диапазоне частот 150-200 кГц, а по положению аномальных зон на графиках судят о положении зон разгрузки или повышенного горного давления массива, обусловленных как природными, так и техногенными факторами. Измерения проводят одной антенной радиоволнового индикатора, которую поворачивают поочередно в три взаимно перпендикулярные положения.

Недостатками этого способа являются: низкие точность и достоверность получаемых результатов, поскольку измерения проводятся не синхронно, а в течение длительного времени одной антенной в узком диапазоне частот. Этот способ малоэффективен для интерпретации полевых данных, поскольку основанием для суждения о положении проблемных зон служит анализ трех отдельных графиков, а не продукт их совместной обработки.

Наиболее близким является способ мониторинга локальных неоднородностей и геодинамических зон верхней части геологического разреза ВЧР, включающий одновременное измерение двумя антеннами в диапазоне частот $f = 1 \div 200$ кГц взаимно-ортогональных горизонтальных магнитных компонент H_x , H_y напряженности естественного электромагнитного поля Земли по меньшей мере двумя приемопередающими устройствами синхронно и одной опорной станцией, при этом приемопередающие устройства устанавливают стационарно в зоне исследуемой поверхности ВЧР, а опорную станцию, идентичную приемопередающим устройствам, – вне зоны исследуемой поверхности, сигналы с данными о компонентах H_x , H_y , одновременно передают с приемопередающих устройств и с опорной станции на устройство обработки, в котором компенсируют влияние помех путем вычитания соответствующих данных о компонентах H_x , H_y с приемных устройств и с опорной станции (Патент РФ № 2363965, G01V3/12, опубл. 10.08.2009).

В этом способе дополнительно измеряют вертикальную компоненту H_z напряженности естественного импульсного электромагнитного поля Земли. В устройстве обработки вычисляют амплитудные магнитовариационные частотные параметры – $W_{zx}(x, y) = H_z/H_x$ и $W_{zy}(x, y) = H_z/H_y$. Затем определяют зависимости $W_{1zx} = F_1(f)$ и $W_{2zy} = F_2(f)$ для каждого из приемопередающих устройств. Эти зависимости интегрируют, получая площади $S_1 = \int_{f=1}^{f=200} W_{1zx} \cdot df$ и $S_2 = \int_{f=1}^{f=200} W_{2zy} \cdot df$ для каждого из приемопередающих устройств, причем S_1 и S_2 являются обобщенными электрическими характеристиками ВЧР по глубине.

По экстремумам W_{1zx} , W_{2zy} , S_1 и S_2 определяют локальные неоднородности и геодинамические зоны в области ВЧР.

Ограничениями этого способа являются невысокая точность, ограниченные эксплуатационные возможности, невозможность проведения прогноза появления разрывных нарушений в горных породах.

Из уровня техники не было выявлено источников информации, в которых проводился бы постоянный мониторинг локальных неоднородностей геодинамической природы верхней части геологического разреза с одновременным использованием магнитных и электрических компонент (ЕИЭМПЗ).

Раскрытие изобретения

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания способа мониторинга локальных неоднородностей и геодинамических зон верхней части геологического разреза (ВЧР), который обеспечивает повышение точности, информативности, расширение функциональных возможностей не только за счет определения в режиме реального времени локальных неоднородностей геодинамической природы в области ВЧР, а также за счет обеспечения прогноза появления разрывных нарушений в горных породах на участках активизации ОГПР, и, таким образом, повышаются технико-эксплуатационные возможности способа.

Для решения поставленной задачи с достижением указанного технического результата в известном способе мониторинга локальных неоднородностей и геодинамических зон верхней части геологического разреза (ВЧР), включающий одновременное измерение двумя антеннами в диапазоне частот $f = 1 \div 200$ кГц взаимно-ортогональных горизонтальных магнитных компонент H_x , H_y напряженности естественного импульсного электромагнитного поля Земли по меньшей мере двумя приемопередающими устройствами синхронно и одной опорной станцией, при этом приемопередающие устройства устанавливаются стационарно в зоне исследуемой поверхности ВЧР, а опорную станцию, идентичную приемопередающим устройствам, – вне зоны исследуемой поверхности, сигналы с данными о компонентах H_x , H_y , одновременно передают с приемопередающих устройств и с опорной станции на устройство обработки, в котором компенсируют влияние помех путем вычитания соответствующих данных о компонентах H_x , H_y с приемных устройств и с опорной станции, согласно изобретению дополнительно одновременно измеряют двумя антеннами в диапазоне частот $f = 1 \div 200$ кГц взаимно-ортогональные горизонтальные электрические компоненты E_x , E_y напряженности естественного импульсного электромагнитного поля Земли по меньшей мере двумя приемопередающими устройствами синхронно и одной опорной станцией, при этом антенны приемопередающих устройств и одной опорной станции, принимающие взаимно-ортогональные горизонтальные электрические компоненты E_x , E_y напряженности естественного импульсного электромагнитного поля Земли ориентируют в одном направлении с антеннами, принимающими взаимно-ортогональные горизонтальные магнитные компоненты H_x , H_y , в устройстве обработки компенсируют влияние помех путем вычитания соответствующих данных

о компонентах E_x , E_y с приемных устройств и с опорной станции, вычисляют в устройстве обработки величины импедансов $Z_1 = E_x / H_y$ и $Z_2 = E_y / H_x$ в каждый момент времени t в интервале Δt , по величинам импедансов определяют изменения во времени электрических сопротивлений $\rho_{k1}(Z_1, t)$ и $\rho_{k2}(Z_2, t)$, по резким скачкам
5 которых, более чем в 5 раз превышающих ранее измеренные фоновые данные $\rho_{f1}(Z_1, t)$, $\rho_{f2}(Z_2, t)$, судят о готовящейся фазе разрывных нарушений в верхней части геологического разреза ВЧР в течение времени от 1 до 15 суток.

Возможны дополнительные варианты осуществления способа, в которых целесообразно, чтобы:

10 - антенны, принимающие горизонтальные магнитные и электрические компоненты H_x и E_x , взаимно визировали в пространстве вдоль профиля исследований при геокартировании неоднородностей геодинамической природы, либо по осям преимущественной ориентировки тектонических элементов;

15 - измерения компонент H_x , H_y , E_x , E_y производили одними и теми же приемопередающими устройствами.

Указанные преимущества, а также особенности изобретения поясняются лучшим вариантом его выполнения со ссылками на прилагаемые чертежи.

Краткий перечень чертежей

20 Фиг.1 изображает схему расположения приемопередающих устройств с магнитными и электрическими антеннами и опорной станции для участка линейного трубопровода.

Лучший вариант осуществления изобретения

Способ реализуют следующим образом.

25 На профиле или участке исследований (фиг.1) стационарно устанавливают приемопередающие устройства 1, измеряющие электрическими E_x , E_y и магнитными H_x , H_y антеннами электромагнитное поле Земли. Однотипную приемопередающим устройствам 1 опорную станцию 2 размещают на участке, заведомо свободном от геодинамических, геоэлектрических неоднородностей, чем достигается компенсация влияния природных и техногенных помех. Входы/выходы приемопередающих
30 устройств 1 могут быть связаны с входами-выходами устройства обработки 3 кабелем, радиоканалом или спутниковой связью и т.п.

В момент достижения напряженно-деформированного состояния критических значений, при которых в горных породах начинается процесс разрешения и

лавинного трещинообразования, резко падает электрическое сопротивление ρ_k . Введя в процесс измерений электрические компоненты электромагнитного поля Земли - E_x и E_y , представляется возможным контролировать в режиме реального времени основные параметры магнитотеллурического поля – импедансы $Z_1=E_x/H_y$, $Z_2=E_y/H_x$, которые определяют электрическое сопротивление ρ_k .

Пользуясь моделью Тихонова-Каньяра

$$\rho_{k1} = \frac{|Z_1|^2}{\omega \mu_0}, \quad \rho_{k2} = \frac{|Z_2|^2}{\omega \mu_0}, \quad |Z_1| = \frac{|E_x|}{|H_y|}, \quad |Z_2| = \frac{|E_y|}{|H_x|}, \quad \text{где}$$

ω – частота колебаний магнитотеллурического поля в центральной точке продуктивного участка Δf частотного диапазона короткопериодных импульсных колебаний, где и проводится контроль основных параметров поля (1-200 кГц), а μ_0 – магнитная проницаемость вакуума.

Как показали исследования, режимный контроль параметра ρ_k позволяет отслеживать все фазы изменения НДС горного массива – упругих деформаций, разрушения и релаксация, а по скачку ρ_k в 5-7 раз относительно фоновых значений с большой вероятностью (более 90 %) можно судить о готовящихся разрывных необратимых нарушениях в течение времени от 1 до 15 суток. При этом, как это было выполнено в ближайшем аналоге, контролем вертикальной компоненты H_z можно пренебречь.

Полевой материал контроля ОГП представляет собой цифровую запись временных последовательностей электромагнитных сигналов Земли по четырём каналам – H_x , H_y , и E_x , E_y . Ось x соответствует либо направлению вдоль профиля исследований при геокартировании неоднородностей геодинамической природы, либо, при стационарном контроле, осям преимущественной ориентировки тектонических элементов.

Магнитными датчиками H_x , H_y приемопередающих устройств 1 опорной станции 2 являются две горизонтальные антенны с узконаправленной диаграммой направленности; электрическими датчиками компонент E_x , E_y служат две линейные, расположенные близко к поверхности земли, изолированные, ортогонально ориентированные антенны, заземленные на удаленных от приемопередающих станций 1 и опорной станции 2 концах. Таким образом, измерение компонент H_x , H_y , E_x , E_y можно производить одними и теми же приемопередающими устройствами 1.

Целесообразно, чтобы антенны, принимающие горизонтальные магнитные и электрические компоненты H_x , H_y , E_x , E_y взаимно визировали в пространстве с помощью геодезических теодолитов вдоль профиля исследований при геокартировании неоднородностей геодинамической природы, либо по осям

5 преимущественной ориентировки тектонических элементов.

В заданное j -ое время с определенным интервалом на сети точек профиля или площади проводят мониторинг двух компонент магнитного поля H_x , H_y и двух компонент электрического поля E_x , E_y , как разности сигналов на рядовых i -тых точках приемопередающих устройств 1 и опорной станцией 2 в интервале $f=1\div 200$

10 кГц. Компенсируют влияние модельных и инструментальных помех устройством обработки 3 с помощью измеренных H_x , H_y , E_x и E_y с опорной станции 2 для выделения сигналов, подлежащих обработке.

Устройство обработки 3 представляет собой сервер, который вычисляет два импеданса $Z_1=E_x/H_y$, $Z_2=E_y/H_x$ по горизонтальным компонентам H_x , H_y и E_x , E_y . Далее

15 строят графики этих частотных параметров $Y_{1xy}=F_1(f)$ и $Y_{2yx}=F_2(f)$ поля, т.е. частотные характеристики НДС в одной или i -тых точках, а также временные зависимости Z и ρ_k . Последние являются параметрами для прогнозной интерпретации, т.к. по изменению отношений напряженности электрической и магнитной составляющих поля Земли (импедансу) на разных частотах можно изучать

20 изменение геоэлектрического разреза ВЧР в вертикальном направлении, а в функции от времени в одной точке – изменение НДС ВЧР.

Устройство 3 определяет величины электрических сопротивлений $\rho_{k1}(Z_1, t)$ и $\rho_{k2}(Z_2, t)$, по скачкам которых, в 5-7 раз превышающими фоновые значения $\rho_{f1}(Z_1, t)$, $\rho_{f2}(Z_2, t)$ судят о готовящейся фазе разрывных необратимых нарушений в течение

25 времени от 1 до 15 суток. Интервал временного прогноза зависит от строения верхней части геологического разреза (песок, глина, скальные породы и т.п.).

Для повышения достоверности результатов изучения ВЧР прогнозирования готовящихся разрывных нарушений горных пород, полевые измерения и их интерпретацию производят одновременно с помощью установленного в устройстве

30 обработки 3 программного обеспечения, позволяющего проводить управление приемо-передающими устройствами 1, опорными станциями 2, сбор, передачу информации по радиоканалам GSM или спутниковой связи, хранение информации, её обработку и отображение на дисплее сервера в режиме реального времени.

Интерпретация получаемых результатов может проводиться по правилам, известным в электроразведке методами индукционного, радиоволнового профилирования, магнитотеллурического зондирования.

Поскольку в заявленном способе трансформации измеренных параметров H_x , H_y , и E_x , E_y являются нормированными опорными значениями этих параметров, синхронными и относительными, то их теория дает новые подходы к интерпретациям как по характерным точкам, так и с помощью персональных компьютеров. Для этого необходимо экспериментальные графики сравнить с теоретическими для априорно известных моделей геологических сред. Используя комплексную геолого-геофизическую дополнительную информацию о районе работ и высокоточные измерения компонент (H_x , H_y , E_x , E_y) техническими средствами с применением геодезических теодолитов, данный способ позволяет резко улучшить информативность мониторинга локальных неоднородностей, геодинамических зон и прогнозировать готовящиеся разрывные нарушения горных пород в верхней части геологического разреза.

Промышленная применимость

Наиболее успешно заявленный способ мониторинга и прогнозирования разрывных нарушений в верхней части геологического разреза промышленно применим для выявления и оконтуривания при профильной съемке геоэлектрических локальных неоднородностей (карстовые полости, старые горные выработки, подвалы, подкопы, керамические трубы, обводненные мульды и пр.) и для оперативного стационарного контроля НДС и прогнозирования готовящихся разрывных нарушений в зонах действия газотранспортных систем на участках активизации опасных геологических, техногенных процессов (оползневые участки подводных переходов, зоны горных подработок, обвалы и др.).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

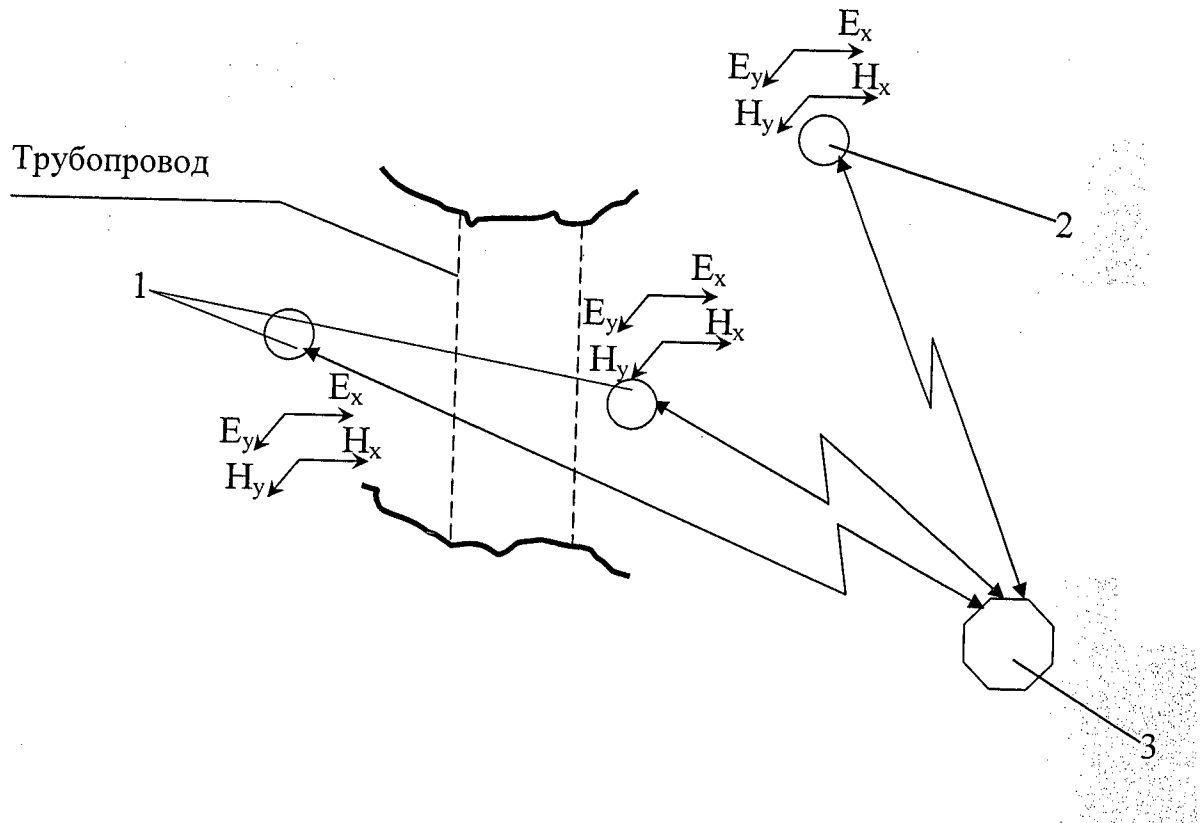
1. Способ мониторинга локальных неоднородностей и геодинамических зон верхней части геологического разреза ВЧР, включающий одновременное измерение двумя антеннами в диапазоне частот $f = 1 \div 200$ кГц взаимно-ортогональных горизонтальных магнитных компонент H_x , H_y напряженности естественного электромагнитного поля Земли по меньшей мере двумя приемопередающими устройствами синхронно и одной опорной станцией, при этом приемопередающие устройства устанавливают стационарно в зоне исследуемой поверхности ВЧР, а опорную станцию, идентичную приемопередающим устройствам, – вне зоны исследуемой поверхности, сигналы с данными о компонентах H_x , H_y , одновременно передают с приемопередающих устройств и с опорной станции на устройство обработки, в котором компенсируют влияние помех путем вычитания соответствующих данных о компонентах H_x , H_y с приемных устройств и с опорной станции, *отличающийся тем, что* дополнительно одновременно измеряют двумя антеннами в диапазоне частот $f = 1 \div 200$ кГц взаимно-ортогональные горизонтальные электрические компоненты E_x , E_y напряженности естественного электромагнитного поля Земли по меньшей мере двумя приемопередающими устройствами синхронно и одной опорной станцией, при этом антенны приемопередающих устройств и одной опорной станции, принимающие взаимно-ортогональные горизонтальные электрические компоненты E_x , E_y напряженности естественного электромагнитного поля Земли ориентируют в одном направлении с антеннами, принимающими взаимно-ортогональные горизонтальные магнитные компоненты H_x , H_y , в устройстве обработки компенсируют влияние помех путем вычитания соответствующих данных о компонентах E_x , E_y с приемных устройств и с опорной станции, вычисляют в устройстве обработки величины импедансов $Z_1 = E_x/H_y$ и $Z_2 = E_y/H_x$ в каждый момент времени t во временном интервале Δt , по величинам импедансов определяют изменения во времени электрических сопротивлений $\rho_{k1}(Z_1, t)$ и $\rho_{k2}(Z_2, t)$, по резким скачкам которых, более чем в 5 раз превышающих ранее измеренные фоновые данные $\rho_{f1}(Z_1, t)$, $\rho_{f2}(Z_2, t)$, судят о готовящейся фазе разрывных нарушений в верхней части геологического разреза ВЧР в течение времени t от 1 до 15 суток.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что антенны, принимающие горизонтальные магнитные и электрические компоненты H_x и E_x , взаимно визируют в пространстве вдоль профиля исследований при геокартировании неоднородностей

геодинамической природы, либо по осям преимущественной ориентировки тектонических элементов.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что измерение компонент H_x , H_y , E_x , E_y производят одними и теми же приемопередающими устройствами.

1/1



Фиг. 1