

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042206**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.01.24**

(51) Int. Cl. **G01V 3/12 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**202191680**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.06.11**

---

(54) **СПОСОБ ГЕОЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЗАЛЕЖИ**

---

(43) **2022.08.23**

(56) EA-A1-200701483  
EA-A1-201201364  
RU-2280269  
RU-2508448  
BY-C1-3426

(96) **2021/EA/0033 (BY) 2021.06.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**УЧРЕЖДЕНИЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ "ПОЛОЦКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ЕВФРОСИНИИ ПОЛОЦКОЙ" (BY)**

(72) Изобретатель:  
**Янушкевич Виктор Францевич,  
Богуш Вадим Анатольевич,  
Абраменко Сергей Николаевич,  
Карпенко Евгений Александрович,  
Русецкий Игорь Станиславович,  
Сивацкий Дмитрий Сергеевич (BY)**

---

(57) Изобретение относится к поисковой геофизике и может быть использовано при определении границ углеводородных залежей. В способе геoeлектроразведки углеводородной залежи исследуемый профиль облучают электромагнитной волной на фиксированных частотах с вертикальной поляризацией, принимают отраженный сигнал в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям показателя измерений определяют границу углеводородной залежи. При этом облучение электромагнитной волной и прием отраженного сигнала осуществляют путем одновременного измерения напряженности электрического поля на трех измерительных каналах в диапазоне частот 1-10 МГц, 10-20 МГц, 20-30 МГц. Изобретение позволяет повысить точность и производительность определения границ углеводородных залежей.

**B1**

**042206**

**042206**

**B1**

Изобретение относится к поисковой геофизике и может быть использовано при определении границ углеводородных залежей (УВЗ).

Известен способ разведки УВЗ [Патент США US 2994031, НК 324-6, опубл. 1961], при котором исследуемый профиль облучают электромагнитной волной (ЭМВ) на фиксированной частоте  $f_1$ , которая выбирается в интервале частот 1,5-1,7 МГц, измеряют напряжённость электрического поля отражённого сигнала в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям напряжённости определяют границу УВЗ.

Недостатками известного способа являются низкая точность, обусловленная высоким уровнем помех в используемом диапазоне частот, неудобства в использовании вследствие необходимости применения антенн больших габаритов.

Наиболее близким является способ геоэлектроразведки УВЗ [Патент Республики Беларусь 23179, МПК G 01 V3/12, опубл. 2020 (прототип)], при котором исследуемый профиль облучают электромагнитной волной на фиксированных частотах с вертикальной поляризацией, принимают отраженный сигнал в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям показателя измерений определяют границу углеводородной залежи. При этом облучение электромагнитной волной и прием отраженного сигнала осуществляют путем направления на заданные точки исследуемого профиля модулированного излучения на фиксированной частоте от 58 до 115 МГц с вертикальной или горизонтальной поляризацией, частота следования импульсов которого составляет от 0,5 до 1 МГц, а частота модуляции - от 1 до 10 МГц, принимают в каждой указанной точке отраженное излучение и находят коэффициент отражения, по аномальным значениям которого определяют положение границы залежи.

Недостатком известного способа является недостаточная точность и производительность определения границ из-за измерения коэффициента отражения последовательно на каждой из фиксированных частот и без учета многофакторных измерений. Измерение коэффициента отражения связано с определением соотношения амплитуд напряженности поля отраженной и падающей волн, что вызывает возрастание суммарной погрешности измерений. Кроме того, известный способ не позволяет получить контрастное изменение показателя измерений, за счет чего снижается динамический диапазон измеряемых величин, а, следовательно, и точность определения границ УВЗ. Невысокая производительность процесса геоэлектроразведки вызвана необходимостью последовательного измерения на каждой из частот исследуемого диапазона.

Задачей изобретения является повышение точности и производительности определения границ УВЗ.

Поставленная задача решается тем, что в способе геоэлектроразведки углеводородной залежи исследуемый профиль облучают электромагнитной волной на фиксированных частотах с вертикальной поляризацией, принимают отраженный сигнал в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям показателя измерений определяют границу углеводородной залежи. При этом облучение электромагнитной волной и прием отраженного сигнала осуществляют путем одновременного измерения напряженности электрического поля на трех измерительных каналах в диапазоне частот 1-10 МГц, 10-20 МГц, 20-30 МГц.

Отличительными признаками заявляемого способа являются: определенные режимы осуществления способа облучения электромагнитной волной и приема отраженного излучения, а именно их одновременность;

иные параметры измерительных сигналов в трех диапазонах частот.

Благодаря этим признакам повышается точность и производительность определения границ УВЗ.

При выборе диапазонов частот  $f_1 = 1-10$  МГц,  $f_2 = 10-20$  МГц,  $f_3 = 20-30$  МГц использовался метод альтернативных частот [Гололобов Д.В. Взаимодействие электромагнитных волн и углеводородных залежей / Д.В. Гололобов. - Минск: Бестпринт, 2009, - 185 с.]. Значение напряженности поля для ЭМВ в диапазоне частот 1-10 МГц на границе "вмещающие породы -УВЗ" резко уменьшается, аномальный скачок напряженности при этом эквивалентен изменению поля ЭМВ на границе типа "море-суша". Использование альтернативной частоты из диапазона 10-30 МГц позволяет зарегистрировать на границе контура УВЗ противоположную по отношению к первой аномалию напряженности электрического поля ЭМВ, которая будет эквивалентна изменению поля ЭМВ на границе типа "суша-море". Таким образом, аномалии полей ЭМВ на границе контура УВЗ для двух частот оказываются противоположными, что может быть использовано для идентификации УВЗ. Граница залежи определяется по аномальному изменению величины напряженности электрического поля.

Выбор значения частот  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ , в диапазоне 1-30 МГц обусловлен резонансным поведением модуля коэффициента отражения при различных видах параметров диэлектрического наполнителя.

Пример реализации способа.

Предлагаемый способ был опробован на Южно-Гишковском месторождении УВЗ Гомельской области. При реализации способа использовалось устройство, включающее стационарный передатчик с антенной, приемник с антенной. Электромагнитное излучение стационарного передатчика с вертикальной поляризацией с частотами  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ , направляется антенной в область предполагаемой залежи. Задавалась опорная точка, относительно которой измеряли напряженность электрического поля вдоль исследуемого

дуемого профиля. Точки измерения выбирались с дискретной 100 м вдоль прямой линии, проходящей через опорную точку и предполагаемую границу. Отражённое излучение принимается антенной и поступает в приемник. Высоту подъема антенн и величину разноса выбирали из соображений проведения измерений и обеспечения требуемой электромагнитной совместимости устройства. В точках измерения исследуемого профиля определяли напряженность электрического поля.

Аномальное изменение величины напряженности электрического поля свидетельствует о наличии УВЗ. Использовали вибраторные антенны длиной 1 м.

Пример 1. Облучали исследуемый профиль ЭМВ на фиксированных частотах  $f_1 = 1$  МГц,  $f_2 = 10$  МГц,  $f_3 = 20$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. На границе залежи фиг. 1 (пикеты 550 и 1030) происходит увеличение напряженности электрического поля до величин 650 мкВ (частота  $f_2 = 10$  МГц) и 620 мкВ (частота  $f_3 = 1$  МГц) на пикете 550 м, до величин 720 мкВ (частота  $f_2 = 10$  МГц) и 680 мкВ (частота  $f_3 = 20$  МГц) на пикете 1030 м и уменьшение увеличения напряженности электрического поля до величины 115 мкВ (частота  $f_1 = 10$  МГц) на пикете 550 м, до величины 110 мкВ (частота  $f_1 = 10$  МГц) на пикете 1030 м. По аномальным значениям напряженности электрического поля определяли границу УВЗ.

Пример 2. Облучали исследуемый профиль ЭМВ на фиксированных частотах  $f_1 = 2$  МГц,  $f_2 = 15$  МГц,  $f_3 = 25$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. На границе залежи фиг. 2 (пикеты 550 и 1030) происходит увеличение напряженности электрического поля до величин 630 мкВ (частота  $f_2 = 15$  МГц) и 590 мкВ (частота  $f_3 = 25$  МГц) на пикете 550 м, до величин 670 мкВ (частота  $f_2 = 15$  МГц) и 600 мкВ (частота  $f_3 = 25$  МГц) на пикете 1030 м и уменьшение увеличения напряженности электрического поля до величины 125 мкВ (частота  $f_1 = 2$  МГц) на пикете 550 м, до величины 120 мкВ (частота  $f_1 = 2$  МГц) на пикете 1030 м. По аномальным значениям напряженности электрического поля определяли границу УВЗ.

Пример 3. Облучали исследуемый профиль ЭМВ на фиксированных частотах  $f_1 = 3$  МГц,  $f_2 = 18$  МГц,  $f_3 = 30$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. На границе залежи фиг. 3 (пикеты 550 и 1030) происходит увеличение напряженности электрического поля до величин 590 мкВ (частота  $f_2 = 18$  МГц) и 600 мкВ (частота  $f_3 = 30$  МГц) на пикете 550 м, до величин 510 мкВ (частота  $f_2 = 18$  МГц) и 630 мкВ (частота  $f_3 = 30$  МГц) на пикете 1030 м и уменьшение увеличения напряженности электрического поля до величины 130 мкВ (частота  $f_1 = 3$  МГц) на пикете 550 м, до величины 135 мкВ (частота  $f_1 = 3$  МГц) на пикете 1030 м. По аномальным значениям напряженности электрического поля определяли границу УВЗ.

На фиг. 1, 2 и 3 приведены графики по результатам измерения напряженности электрического поля. На фиг. 1 приведены результаты измерения напряженности электрического поля от расстояния вдоль геопрофиля  $r$  на частотах  $f_1 = 1$  МГц,  $f_2 = 10$  МГц,  $f_3 = 20$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ, на фиг. 2 - результаты измерения напряженности электрического поля от расстояния вдоль геопрофиля  $r$  на частотах  $f_1 = 2$  МГц,  $f_2 = 15$  МГц,  $f_3 = 25$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ, на фиг. 3 - результаты измерения напряженности электрического поля от расстояния вдоль геопрофиля  $r$  на частотах  $f_1 = 3$  МГц,  $f_2 = 18$  МГц,  $f_3 = 30$  МГц при вертикальной поляризации ЭМВ. Аномальное изменение напряженности электрического поля на данных фигурах происходит в точках, соответствующих границам залежи.

Точность измерений определялась как разность расстояний, соответствующих границе залежи (известная величина) и определенных по данному способу, выраженная в процентах. Также проводились испытания способа-прототипа. Производительность определялась путем сравнения суммарного времени, затраченного на исследование профиля местности по данному способу и по способу-прототипу.

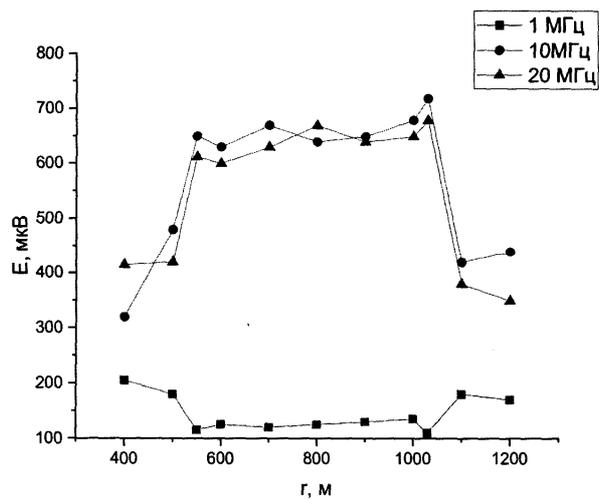
Сравнительная оценка заявляемого способа и прототипа приведена в таблице.

Способ	Режим	Точность	Производительность
Прототип	Частота сигнала 58 МГц, вертикальная поляризация ЭМВ,	14 м	8 ч
	частота следования радиоимпульсного сигнала $f_2 = 0.5$ МГц, частота модуляции 2 МГц		
	Частота сигнала 93 МГц, вертикальная поляризация ЭМВ, частота следования радиоимпульсного сигнала $f_2 = 0.5$ МГц, частота модуляции 5 МГц	15 м	8 ч
	Частота сигнала 115 МГц, горизонтальная поляризация ЭМВ, частота следования радиоимпульсного сигнала $f_2 = 1$ МГц, частота модуляции 10 МГц	16 м	8 ч
Заявляемый	№ 1. Частоты сигналов $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц при вертикальной поляризации ЭМВ	12 м	8 ч
	№ 2 Частоты сигналов $f_1 = 2$ МГц $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 25$ МГц при вертикальной поляризации ЭМВ	10 м	
	№ 3 Частоты сигналов $f_1 = 3$ МГц, $f_2 = 18$ МГц, $f_3 = 30$ МГц при вертикальной поляризации ЭМВ	12 м	

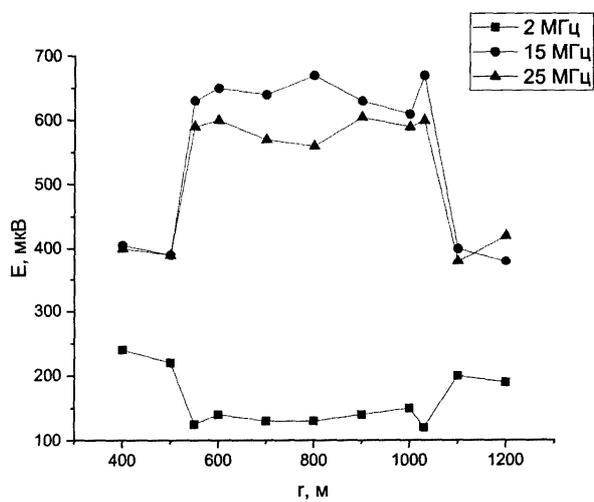
Результаты проведенных испытаний подтвердили повышение точности определения границ УВЗ заявляемого способа на 20-30% и производительности в три раза.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

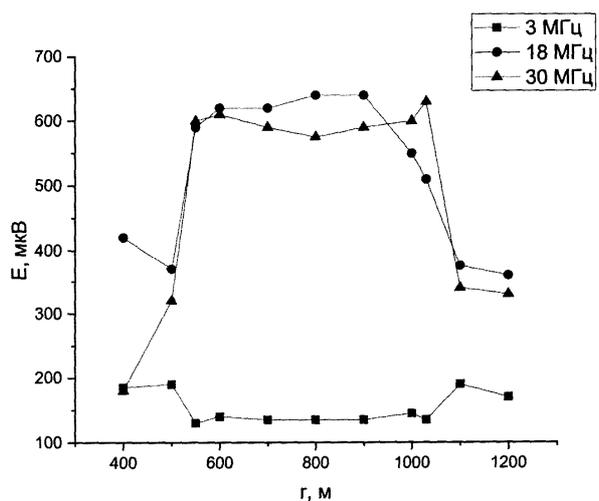
Способ геоэлектроразведки углеводородной залежи, при котором исследуемый профиль облучают электромагнитной волной на фиксированных частотах с вертикальной поляризацией, принимают отраженный сигнал в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям показателя изменений определяют границу углеводородной залежи, отличающийся тем, что облучение электромагнитной волной и прием отраженного сигнала осуществляют путем одновременного измерения напряженности электрического поля на трех измерительных каналах в диапазоне частот 1-10 МГц, 10-20 МГц, 20-30 МГц.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

