

СПОСОБ ГЕОЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

В.Ф. Янушкевич, канд. техн. наук, доц.

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Новополоцк, Беларусь*

Предложен способ геоэлектроразведки углеводородной залежи, при котором исследуемый профиль облучают электромагнитной волной на фиксированных частотах в диапазоне 1–10 МГц, 10–20 МГц, 20–30 МГц. Разработан аппаратно-программный комплекс для обнаружения подземных скоплений нефти, газа, других углеводородов и определения контуров этих скоплений; а также мест утечки нефти или газа в окружающую трубопровод землю. Проведены экспериментальные исследования на Южно-Тишковском месторождении углеводородов Гомельской области. Методы поиска основываются на регистрации напряжённости поля на частотах отражённых электромагнитных волн, в которых заложена информация о естественном изменении излучения залежи.

Ключевые слова: *диапазон частот, углеводородная залежь, вертикальная поляризация.*

Введение. Актуальность решаемых в настоящей работе задач заключается в совершенствовании и разработке новых методов поиска углеводородных залежей (УВЗ), которые являются стратегическим видом полезных ископаемых, важнейшим источником энергии любого государства и определяют широкий спектр экологических вопросов современного общества [1–3]. Тенденции развития существующих электромагнитных методов электроразведки месторождений нефти и газа (углеводородов) при постановке задач поиска и идентификации УВЗ требуют решения вопросов аналитического описания параметров среды над углеводородами в режиме двухчастотного взаимодействия, а также для случая использования модулированных сигналов и других видов источников формируемых электромагнитных полей [4, 5].

Методика исследований. Областью применения данной разработки является поисковая геофизика для определения границ углеводородных залежей. Разработанный аппаратно-программный комплекс предназначен для обнаружения подземных скоплений нефти, газа, других углеводородов и определения контуров этих скоплений; а также мест утечки нефти или газа в окружающую трубопровод землю. Был разработан способ геоэлектроразведки углеводородной залежи, при котором исследуемый профиль облучают электромагнитной волной (ЭМВ) 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 (частоты f_1 , f_2 , f_3).

Уникальность данной технологии проведения геологоразведочных работ заключается в следующих принципах: залежь углеводородов является причиной специфических физико-химических процессов, приводящих к образованию аномальных электромагнитных полей в определенном спектре частот; электромагнитные поля, сопутствующие залежам углеводородов, могут быть идентифицированы среди совокупности электромагнитных полей Земли. Применяя вспомогательный передатчик подсвета, выделение углеводородов возможно по регистрации напряжённости поля на частотах отражённых электромагнитных волн, в которых заложена информация об естественном изменении излучения залежи.

Результаты исследований. Предлагаемый способ был опробован на Южно-Тишковском месторождении УВЗ Гомельской области (рис.1–3).

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. Отражённое излучение принимается антенной, 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.

Облучали исследуемый профиль ЭМВ на фиксированных частотах $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц (рис.1) при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. Задавалась опорная точка, относительно которой измеряли коэффициент отражения вдоль исследуемого профиля. Точки измерения выбирались с дискретной 100м вдоль прямой линии, проходящей через опорную точку и предполагаемую границу. На границе залежи (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.

Облучали исследуемый профиль ЭМВ на фиксированных частотах $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 25$ МГц (рис. 2) при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. На границе залежи (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 (рис. 3) при вертикальной поляризации ЭМВ. Принимали отраженное излучение и измеряли величину напряженности электрического поля в точках измерения исследуемого профиля. На границе залежи (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 увеличение 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.

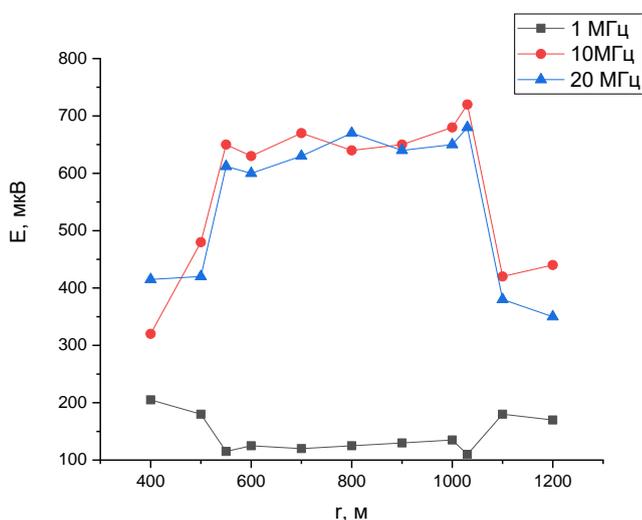


Рисунок 1. – Экспериментальные зависимости частотах $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц

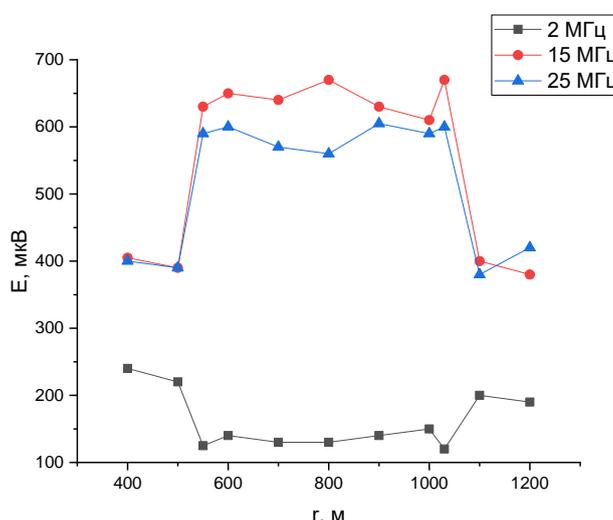


Рисунок 2. – Экспериментальные зависимости частотах $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 25$ МГц

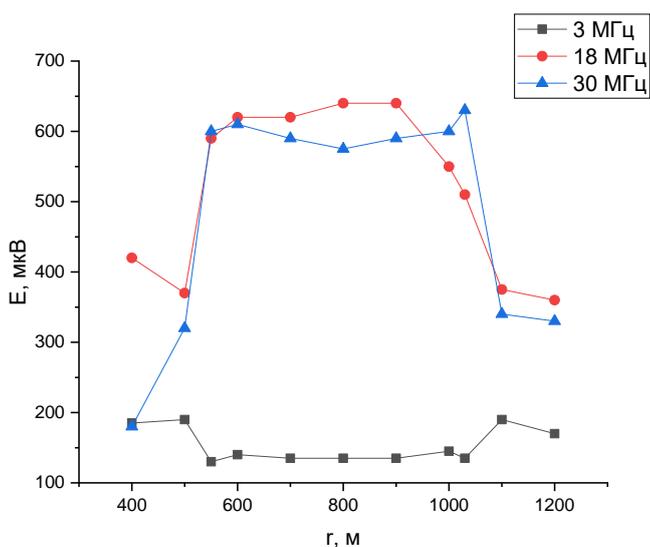


Рисунок 3. – Экспериментальные зависимости частотах $f_1 = 3$ МГц, $f_2 = 18$ МГц, $f_3 = 30$ МГц

Производительность определялась путем сравнения суммарного времени, затраченного на исследование профиля местности по данному способу.

Заключение. 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.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Estimating Informational Content for Hydrocarbons Searching in Azerbaijan A. Alizadeh, I. Guliyev, P. Mamedov, A. Elmira, A. Feyzullayev, D. Huseynov, L. Eppelbaum Pliocene Hydrocarbon Sedimentary Series of Azerbaijan. In book: Pliocene Hydrocarbon Sedimentary Series of Azerbaijan (pp.409-420)Edition: 1st Chapter: 17 Publisher: Springer, 2024.
2. Results of experimental studies of geologic profile over hydrocarbon deposits. V. Yanushkevich, D. Dauhiala, I. Burachonak, Y. Grozberg, N. Fedarovich E3S Web of Conferences 494, 03005. 2024.
3. Yan, L. Advancements in Controlled Source Electromagnetic Methods for Prospecting Unconventional Hydrocarbon Resources in China. Surv Geophys 45, 239–276 (2024).
4. Янушкевич, В.Ф. Электромагнитные методы поиска и идентификации углеводородных залежей / В. Ф. Янушкевич. – Новополюцк, ПГУ, 2017. – 232с.
5. Research methods of geological structures over hydrocarbon accumulation V. Yanushkevich, T. Maladzechkina, D. Dauhiala, A. Holubeu, A. Vershynin E3S Web of Conferences 498, 03008. 2024.