

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОІНФОРМАЦІЙНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ДАНИМИ СЕЙСМОРОЗВІДКИ

Досліджений метод енергоінформаційного аналізу хвильового поля (МЕА-ХП) на прикладі даних 3D сейсморозвідки Дробишівської площі. Результати дослідження порівняні з результатами аналізу хвильового поля, виконані частотними методами Фур'є, Проні, Гільберта, вайвлет-функцій та з результатами параметричної інтерпретації в геофізичних параметрах, отриманих з використанням програмної системи Petrel. Показано, що МЕА-ХП узагальнює названі методи і дозволяє визначати геофізичні параметри геологічного середовища (ГС) до вивчення його бурінням та геофізичним дослідженням свердловин щодо випробування ГС на наявність нафтогазових покладів.

Ключові слова: енергоінформаційний метод; хвильове поле; геофізичні параметри; геологічне середовище; сейсморозвідка.

Добре відомо, що хвильове поле даних сейсморозвідки надає інформацію про геофізичні параметри і будову геологічного середовища. Проте, не втрачати і декодувати повністю корисну інформацію, що надають сейсмоприймачі і методи виділення прямих хвиль, алгоритмами обробки та інтерпретації хвильового поля на даний час ще не вдається.

В роботі [Карпенко, Стародуб, 2006] автори висловили концепцію енергоінформаційного аналізу хвильового поля, згідно якої загальну динаміку фізичної точки у фізичному просторі, слід моделювати з урахуванням об'єднаної дії між енергетичних законів, а саме, збереження, зміни, переносу і упакування енергії. Такий підхід дозволить охопити максимальну кількість фізичних ситуацій стохастичного процесу руху фізичної точки (ФТ), які виникають під час передачі енергії сейсмічного імпульсу в геологічне середовище (ГС). За даною концепцією був розроблений метод енергоінформаційного аналізу хвильового поля (МЕА-ХП) сейсморозвідки, зміст якого наведений у роботі [Карпенко та ін., 2007]. В роботі [Карпенко, Стародуб, 2008] автори довели теорему про існування функції детермінованої імовірності (ФДІ), що моделює стохастичний процес, детермінований сумісною дією між енергетичних законів. Процес надалі розглядається як нестационарний. ФДІ моделює кожну амплітуду сейсмотрас, як короткочасний енергетичний стан ФТ в процесі передачі енергії сейсмічного імпульсу в ГС.

У даній роботі наведені результати досліджень МЕА-ХП з використанням тільки даних 3D сейсморозвідки Дробишівської площі. Змістом досліджень було: 1) визначення всіх комплексних частот хвильового поля (для однієї амплітуди, двох сусідніх амплітуд, трьох амплітуд, між вузлами, всього ХП сейсмотраси); 2) визначення геофізичних параметрів ГС з роздільною здатністю в часі 1 мс для заданих початкових умов – фізичних параметрів ФТ розміром 1 м³ на земній поверхні, а саме, швидкість Р-хвилі, щільність і

коефіцієнт Пуассона, що є незмінними під час ресстрації змінної енергії відбитих сейсмічних імпульсів; 3) побудова параметричних часових і глибинних сейсмо-геологічних розрізів і зрізів 3D мігрованого кубу, підготовленого в системі Focus, та порівняння їх з аналогами, побудованих у програмній системі Petrel з використанням даних ХП сейсмотрас 3D мігрованого кубу і ГДС.

У дослідженні використовуються наступні положення:

1. Кожна комплексна частота - Ω коливань ФТ складається з наступних частот: частоти Фур'є - ω_f , як частоти власних коливань 1 м³ ГС; частоти загасання - $\omega_a = \text{Re}(\Omega)$ і частоти Проні - $\omega_p = \text{Im}(\Omega) = \sqrt{\omega_f^2 - 0,25\omega_a^2}$. Кожна амплітуда коливань земної поверхні представляється у вигляді $A(A_0, \omega, t, \Delta t) = A_0 \cdot \Omega \cdot \exp[-\Omega \Delta t]$, м/с, де A_0 - максимальне переміщення земної поверхні від стану статичної рівноваги під дією загальної енергії відбитого сейсмічного імпульсу. Загальна енергія даного імпульсу моделюється ФДІ у вигляді $\bar{\lambda}(t_i)^2 \cong W_0 \cdot \exp[-\lambda \psi^2]$, Дж, де $\psi^2 = \frac{KU}{E^2}$ - енергетична фаза; K, U - кінетична та потенціальна енергії відбитого сейсмічного імпульсу; $W_0 = \text{const}$ - нормоване (компенсовані геометричне розходження енергії та втрата енергії від попередніх відбитих імпульсів) значення енергії заданого сейсмічного імпульсу, іншими словами – кожний шар ГС збурюється сейсмічним імпульсом з однаковою енергією.

2. Визначення геофізичних параметрів ГС засновано на: а) точному визначенні швидкісної моделі за даними реальних амплітуд і комплексних частот сумотраси; б) енергоінформаційній моделі ГС (ІМ-ГС) [Дудля та ін., 2005]. ІМ-ГС визначає швидкісні моделі для однорідного ГС системою рівнянь:

$$\begin{cases} L = V_{P-CP}(L) \cdot t \\ \frac{dL}{dt} = V_{P-CP}(L) + t \cdot \frac{d}{dt} V_{P-CP}(L) \end{cases}, \quad (1)$$

де L - глибина проникнення фронту Р-хвилі в глибину ГС; dL/dt - інтервальна швидкість Р-хвилі; $V_{P-CP}(L)$ - середня швидкість Р-хвилі в залежності від геостатичної енергії, що змінюється за глибиною [Дудля та ін., 2005].

Враховуючи те, що на земній поверхні $V_{P-CP}(L=0) = const$, а сейсмоприймач реєструє змінну швидкість $V_{P-CP}(\omega, L=0)$ коливань поверхні, то, нормалізуючи амплітуди сейсмограм на геометричне розходження та на $W_0 = const$, можна визначати змінну інтервальну швидкість Р-хвилі на земній поверхні, залежну від частоти (енергії) відбитого сейсмічного імпульсу та відображення її на задану глибину. За даним методом на рис.1 наведений результат відновлення інтервальної швидкості Р-хвилі за даними первинної суми трас МСГТ, що проходить вздовж св.12 Дробишівської площі, у якій виконано ВСП. Аналогічні результати у св.11 і 4.

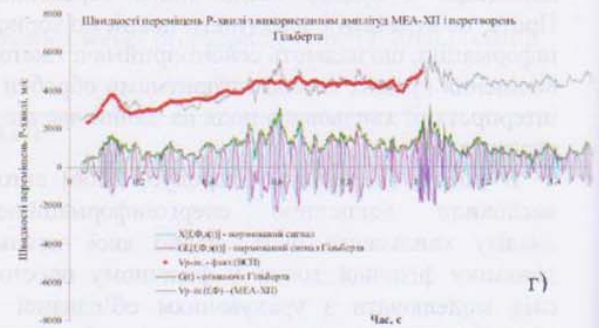
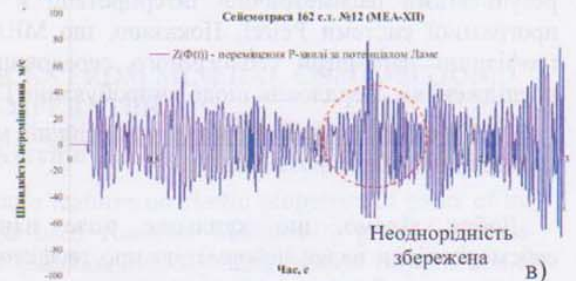
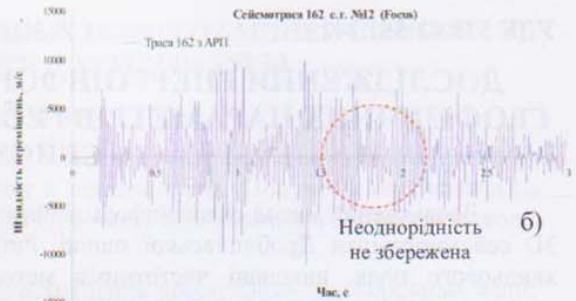
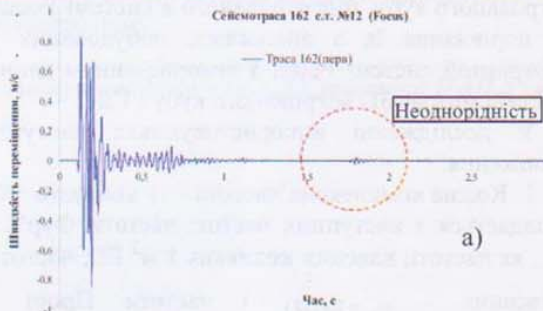


Рис. 1 – Характеристики сумотраси та інтервальної швидкості Р-хвилі:

а) задана сейсмограма після першої суми МСГТ; б) задана сумотраса після повної обробки в програмній системі Focus; в) задана сумотраса після обробки MEA-XII; г) відновлена інтервальна швидкість Р-хвилі за заданою сумотрасою, обробленою MEA-XII з використанням перетворень Гільберта

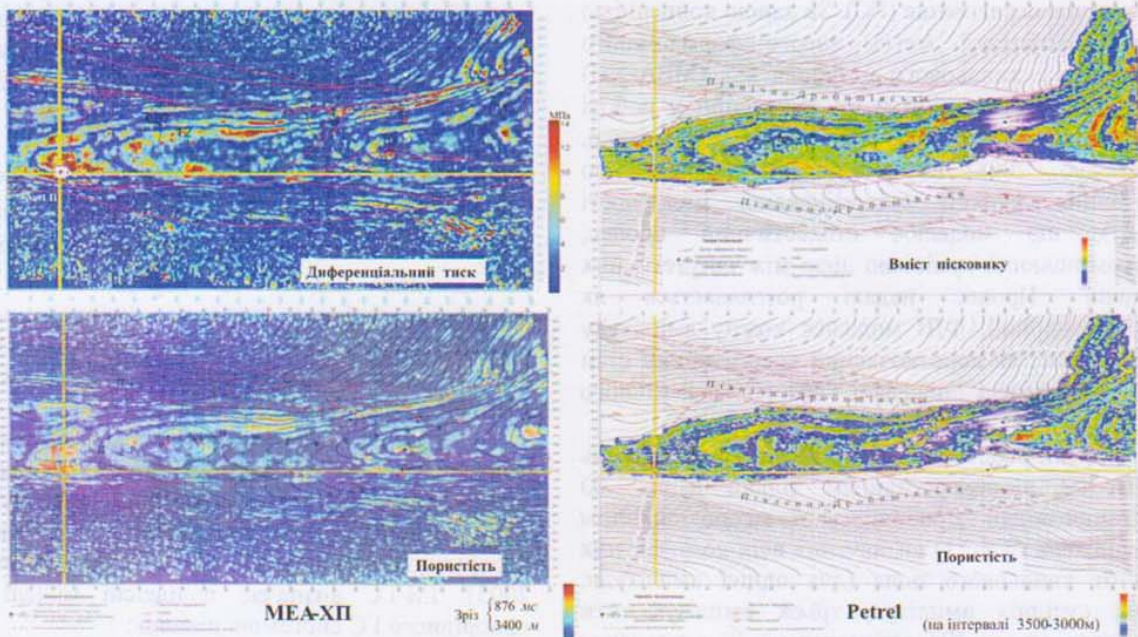


Рис. 2 - Характеристики розподілу фізичних параметрів ГС, визначених в програмних системах MEA-XII і Petrel. Кружком позначена проектна розвідувальна свердловина

3. Приклади побудов параметричних сейсмо-геологічних карт з використанням програмних систем MEA-XP і Petrel та кубу даних 3D сейморозвідки Дробишівської площі наведені на рис. 2. Визначення фізичних параметрів ГС MEA-XP відрізняється від їх визначення у системі Petrel, тим що параметри визначаються окремо в кожній точці XP, тобто кожна точка поля є інформаційно незалежною від інших, а швидкісні моделі є безперервними і визначаються удвічі точніше. Більш точним є і прогноз параметрів.

MEA-XP на даний час за даними XP сейморозвідки дозволяє: а) вивчати фізику акустичних хвиль у ГС; б) вивчати геофізичну будову ГС; в) будувати параметричні часові та просторові сейсмо-геологічні розрізи і зрізи кубів 3D (2D) сейморозвідки з наступними фізичними параметрами ГС: розуцільнення, тектонічні порушення, щільність, коефіцієнт Пуассона, модуль Юнга, диференціальний тиск, динамічна в'язкість, пористість, енергетична дисперсія, енергетичний інваріант, усі комплексні частоти.

Література

- Карпенко В.М., Стародуб Ю.П. Концепція методу енергетичного аналізу руху елементарних об'єктів літосфери Землі. Вісник Львів. ун-ту. Серія геологічна. Вип. 20. – 2006. – С. 71-235.
- Карпенко В.Н., Стародуб Ю.П., Стасенко В.М., Гладун В.В. Комплексний енерго-інформаційний метод аналізу хвильового поля в розв'язанні задачі пошуку та розвідки вуглеводневих покладів. Вісник Львів. ун-ту. Серія геологічна. 2007. Вип. 21. – С. 114-127.
- Карпенко В.М. Стародуб Ю.П. Рівняння гауссової лінії на поверхні. Вісник Львів. ун-ту. Серія прикладна математика. Вип. 14. – 2008. – С. 71-235.
- Дудля М.А., Карпенко В.М., Гриняк О.А. Цзян Гошен. Автоматизація процесу буріння: монографія. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2005. – 207 с..

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ СЕЙМОРОЗВЕДКИ

В.М. Карпенко¹, Ю.П. Стародуб², О.В. Карпенко³, Е.О. Баснев⁴

Исследован метод энергоинформационного анализа волнового поля (МЭА-ВП) на примере данных 3D сейморазведки Дробышевской площади. Результаты исследования сопоставлены с результатами анализа волнового поля, выполненные частотными методами Фурье, Прони, Гильберта, вейвлет-функций и с результатами параметрической интерпретации в геофизических параметрах, полученных с использованием программной системы Petrel. Показано, что MEA-XP обобщает названные методы и позволяет определять геофизические параметры геологической среды (ГС) до изучения её бурением и геофизическим исследованием скважин при исследовании ГС относительно присутствия нефтегазовых отложений.

Ключевые слова: Энергоинформационный метод; волновое поле; геофизические параметры; геологическая среда; сейморазведка.

ENERGY-RESEARCH METHOD FOR DETERMINING GEOPHYSICAL PARAMETERS OF GEOLOGICAL MEDIUM UTILIZING SEISMIC PROSPECTING DATA

V.M. Karpenko¹, Yu.P. Starodub², O. Karpenko³, Ye.O. Basnyev⁴

Energy-researched analysis of the wave field (ERA-WF) on the example of 3D seismic data Drobyshevka area is investigated. Results of the study are compared with the results of analysis of the wave field, made by the frequency Fourier method, Prony, Gilbert, wavelet functions, and the results of the parametric interpretation of geophysical parameters derived using a software system Petrel. We prove that the ERA-WF summarizes the methods mentioned and allows to determine the geophysical parameters of geological medium (GM) to study it before drilling and well logging concerning oil and gas saturation.

Key words: Energy-research method; the wave field; geophysical parameters; geological medium; seismic prospecting.

¹ ДП „Науканафтогаз” Національної акціонерної компанії „Нафтогаз України”, м. Київ

² Державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів.

³ ІГФ ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ

⁴ ПАТ „Укрнафтогазгеофізика”, м. Київ