

ДЕТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ СЕЙСМІЧНИХ ПОЛІВ

© В.П. Межуєв, Д.Д. Троян, Н.В. Плєскач, 2011

Східно-Українська геофізична розвідувальна експедиція, с.Розсошенці, Полтавська обл., Україна

The study assesses a possibility of making seismic dataset more informative through detailed imaging of seismic fields. It shows how such images can be obtained by determining and using not only extreme values of seismic trace but other typical points on it. It provides an example of a comprehensive seismic facies analysis of some real data. The study shows that the potential of spectral and time analysis can be improved using detailed time sections.

Keywords: seismic dataset, detailed study, seismic facies analysis, spectral and time analysis.

Підвищення інформативності сейсмічного запису на певному етапі можливе лише за суттєвого підвищення його роздільної здатності. Підвищення просторової роздільності успішно вирішується проведенням робіт за технологією 3D. Однак практично не розв'язаною залишається проблема достатнього підвищення роздільної здатності сейсмічного запису в часі для потреб нафтогазорозвідки.

Застосування класичних методів лінійної або нелінійної фільтрації (деконволюції), спрямоване на підвищення роздільної здатності сейсмічного запису, так або інакше змінює спектр запису, але скільки-небудь практично суттєвих результатів при цьому одержано не було. Тому технології детального вивчення сейсмічних полів зміщувались у напрямі їх ефективної візуалізації у сполученні з необхідною трансформацією.

У Східноукраїнській геофізичній розвідувальній експедиції (СУГРЕ) технологію детального вивчення сейсмічних сигналів розробляли й удосконалювали протягом 1991–2010 рр. спочатку в межах робіт дослідно-методичної партії, а потім паралельно з виробничими роботами. Досконаліші результати були отримані за матеріалами польових сейсморозвідувальних робіт останніх років, де застосовували передові сучасні технології і апаратуру, завдяки чому суттєво підвищилось співвідношення сигнал/завада сейсмічного запису.

В розробленій нами технології [1–4] за основу прийнято постулат, що кожна точка сейсмічної траси несе незалежну інформацію про особливості будови геологічного середовища. Це повністю підтверджується лише для тонкошаруватих осадових товщ за умови, що використовуваний сейсмічний матеріал має високу якість. Найважливішим аспектом технології є визначення вздовж часової осі траси числових значень характерних точок функції сейсмічної траси $A=f(t)$. До ряду цих числових значень включають значення як екстремумів траси, так і характерних точок між

ними, що визначаються процедурою похідної. Для практичного вивчення осадових товщ можна візуалізувати в тому чи іншому вигляді визначені ряди як безпосередньо, так і селекціонуючи їх залежно від товщин досліджуваних об'єктів.

За результатами вивчення осадових товщ (дані буріння та ГДС) [5–8] встановлена ієрархічність природних формаційних об'єктів (геологічних тіл) і дискретність цієї ієрархії. В ній є лише певні (дозволені) ранги і масштаби формаційних об'єктів, що можуть бути визначені експериментально. Структура сейсмічних трас відбитих хвиль, одержаних від меж осадової товщі, також зберігає цю ієрархічність. Вона тут може бути виявлена селекцією (наприклад, послідовним інтегруванням або фільтруванням) рядів визначених характерних точок траси.

В практиці для одержання сейсмічних зображень відповідних рангів користуються частотними фільтрами, параметри яких визначають за спектрально-часовим аналізом вхідного запису. При числовій індексації одержаних рангів (1, 2, ..., 5) за запис 1-го рангу нами умовно прийнятий запис стандартного часового розрізу на відкритому каналі, тому що отримати регулярний сейсмічний запис з нижчою періодичністю коливань, ніж з вищого 5-го рангу, за матеріалами сучасної польової сейсморозвідки не вдається. В ієрархії природних геологічних об'єктів подібні періодичності, відмінні від вищезгаданих, існують і з подальшим якісним удосконаленням польової сейсморозвідки можуть бути нею зафіксовані. На це вказують, зокрема, результати спектрально-часового аналізу акустичного каротажу.

Наведемо приклад таких досліджень по профілю 4₂₄3899 на вже добре вивченій Західноукраїнській площі. Цей профіль прокладений з півдня на північ через склепінну частину Західноукраїнської структури, що прилягає до південного крайового порушення. На площину профілю (рис. 1) винесено три поруч з ним розташовані

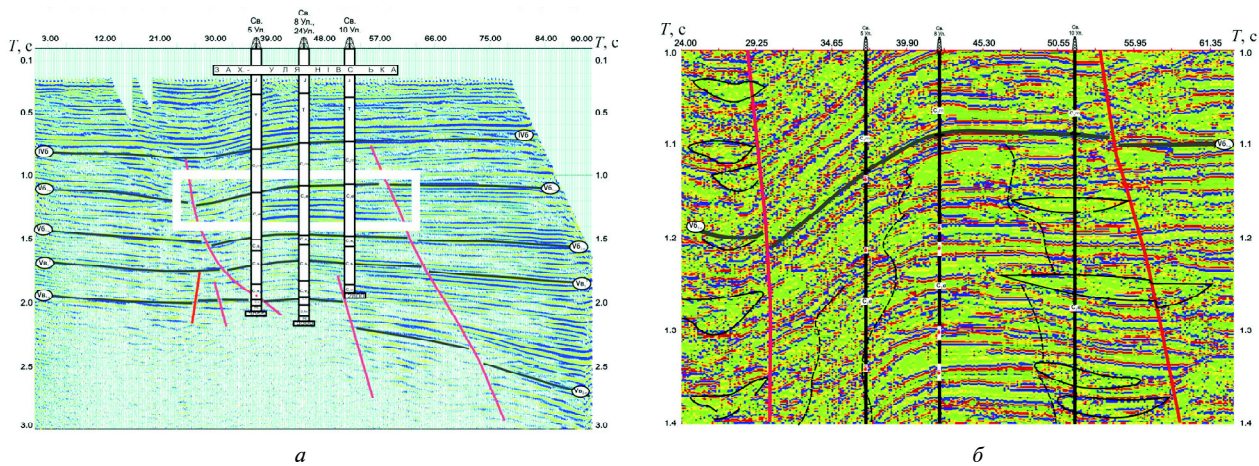


Рис. 1. Запис стандартного сейсмічного розрізу (а) та його фрагмента (б) по профілю 4₂₄₃₈₉₉

свердловини глибокого буріння (5, 8 і 10) Улянівської площі із зображенням інтервалів, де були отримані припливи вуглеводнів. Крім того, нанесено положення розривних порушень та відбивних горизонтів за даними виробничих робіт.

На стандартному сейсмічному розрізі (рис. 1, а) білою рамкою обмежено просторово-часовий інтервал, що на фрагменті (рис. 1, б) поданий в зображенні 5-го рангу. З цим інтервалом пов'язані основні поклади вуглеводнів в башкирських відкладах. Однак розкриті вони в площині профілю лише св. 8 і, частково, св. 5, св. 10 виявилася непродуктивною. На стандартному розрізі будь-яких змін у формі чи рисунку сейсмічного запису між цими свердловинами виявити неможливо.

Зображення 5-го рангу у зазначеному сенсі виявляється на порядок інформативнішим, оскільки дає змогу прослідкувати поширення тих чи інших сейсмофацій на рівні продуктивних горизонтів. Уже за побіжного аналізу тут можна простежити розвиток систем урізів (рис. 1, б, суцільна лінія) та субвертикальних меж помітної зміни умов седиментації осадових відкладів (штрихова лінія). З розгляду рис. 1 можна прогнозувати, що поклади, розкриті св. 8 і частково св. 5 у башкирських відкладах, пов'язані з мілководними морськими відкладами, які формувались за стабільних умов осадонагромадження. Це, очевидно, найвища ділянка осадового басейну, з півночі вона була обмежена відносно пологим схилом, на якому простежується серія палеоурізів. З півдня схил був значно крутішим, з рисунку сейсмічного запису в його межах можна прогнозувати широкий розвиток гравітаційних зсувів. У підніжжі цього схилу, в районі крайового порушення, також можна прогнозувати розвиток серії палеоурізів.

Зауважимо, що під час сеймостратиграфічної інтерпретації слід дотримуватися її методології і принципів, головним з яких є хроностратиграфічне визначення сейсмічних меж. Це питання в достатньому обсязі висвітлено в монографіях [9, 10], де зазначено, що сейсмічні межі є хроно-

стратиграфічними реперами, які фіксують певні перерви в осадонагромадженні. Тому в латеральних рядах фацій, що фіксують розвиток трансгресій і регресій, сейсмічні межі відображають положення дна водойми для того чи іншого інтервалу геологічного часу за коливань рівня моря того чи іншого рангу.

Часовий інтервал суміжних коливань сейсмічного розрізу характеризує потужність відкладів, що при цьому формувались (з урахуванням сейсмічної швидкості в них), а амплітуда коливання — когерентність зміни акустичної жорсткості та відповідної товщі й абсолютні значення цих коливань.

Неврахування наведених принципів інтерпретації може призвести до суттєвих помилок.

Враховуючи, що часові сейсмічні розрізи будь-якого рангу відображають картину процесів седиментації, для інтерпретації цих розрізів необхідно добре знати закони седиментології як у цілому, так і конкретного регіону чи ділянки робіт.

Якщо кінематичні характеристики відбиттів дають уявлення про просторове положення хроностратиграфічних меж, їх динамічні особливості відображають переважно рівень когерентності процесу седиментації відповідної товщі, то за допомогою спектрально-часового аналізу сейсмічних трас можна дослідити спрямованість процесу осадонагромадження тієї чи іншої товщі, визначити, в який період відбувалося її накопичення — трансгресивний, регресивний чи в період стабілізації. В Україні давно застосовують відомі методики спектрально-часового перетворення (автори Мушин І.А., Бродов Ю.А. та ін., ВНДІ Геофізика, м. Москва) і “Сейсмоцикліт” (автор Пилипишин Б.В., Львівське відділення УкрДГРІ, м. Львів). До останнього часу вхідними даними для такого аналізу були дані ГДС і сейсмічні траси з підвищеною когерентністю.

Застосування методики спектрально-часового аналізу до сейсмічних трас, попередньо перетворених за ранговою технологією, суттєво розширює

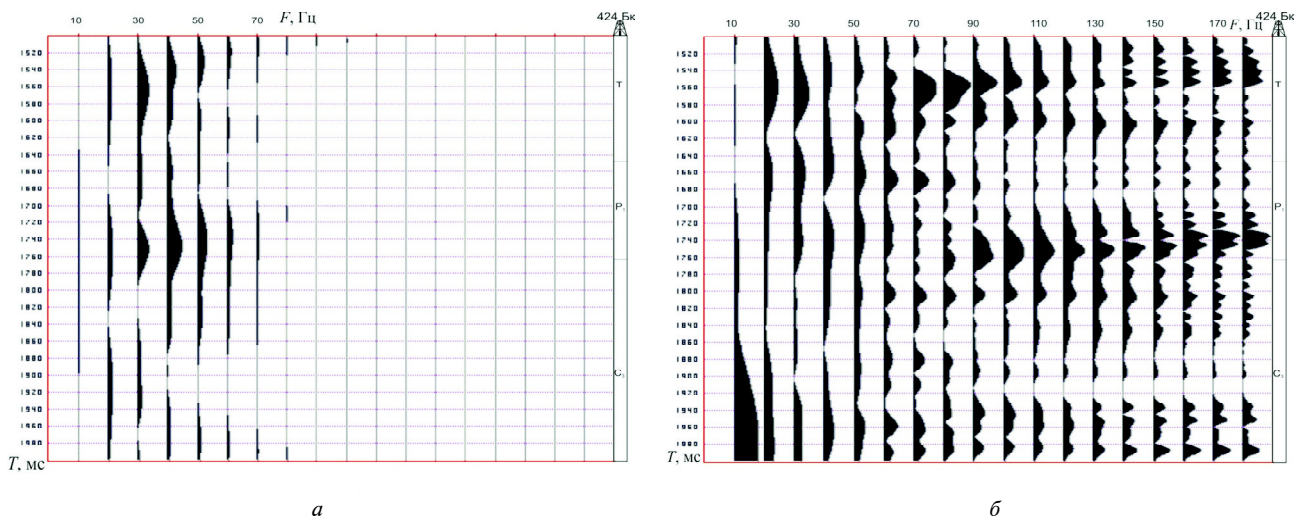


Рис. 2. Зіставлення результатів спектрально-часового аналізу за стандартним мігрованим часовим розрізом (а) та його ранговим перетворенням на відкритому каналі (б). Фрагмент сейсмічної траси, місцеположення якої в плані збігається з місцеположенням параметричної св. 424 Бакумівської площі

частотний діапазон і детальність вивчення процесів осадоагромадження (рис. 2). За даними стандартної обробки одержано амплітудно-частотні характеристики в діапазоні 20–60 Гц (1-го і 2-го рангів), а за даними рангової обробки – в діапазоні 20–180 Гц, від 1-го до 5-го рангів. Зміни рангів зафіксовано на частотах 30–40, 55–65, 85–95, 125–135 Гц. За побіжного огляду зміни напрямку енергетичного спектра в цілому, а за детальнішого – і в межах кожного рангу зокрема можна виділити напрямки трансгресій, регресій і періодів стабілізації процесів нагромадження осадів. Так, на ділянці св. 424 у пізньому карбоні переважали стабільні умови осадоагромадження з незначними коливаннями рівня дна осадкового басейну. В ранньопермську епоху відбувалась помітна трансгресія моря зі стабілізацією умов угору по розрізу. Для ранньотріасової епохи зафіксовано регресивний цикл, який майже без проміжного етапу стабілізації переходить у чітко виражений трансгресивний. Відзначимо, що детальність такого аналізу за застосування матеріалів рангової обробки суттєво підвищується, тут можна визначити напрямки циклічного процесу вже для кожної сейсмофації зокрема.

Таким чином, можна дійти висновку, що результати рангової обробки реально відбивають її характеристики не лише в кінематичних і динамічних параметрах, а й в частотному діапазоні.

В.П. Межуєв, Д.Д. Троян, Н.В. Плєскач

ДЕТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ СЕЙСМІЧНИХ ПОЛІВ

Розглянуто можливість підвищення інформативності сейсмічного запису за дослідженням детальних зображень сейсмічних полів. Показано отримання таких зображень у разі визначення і використання не лише екстремальних значень сейсмотраси, а й інших характерних точок на ній. Наведено приклад детального сейсмофаціального аналізу на реальних матеріалах. Продемонстровано суттєве розширення можливостей спектрально-часового аналізу за використання детальних часових розрізів.

Ключові слова: сейсмічний запис, детальні дослідження, сейсмофаціальний аналіз, спектрально-часовий аналіз.

1. *Межуєв В.П.* Вплив порангової обробки на підвищення роздільності та інформативності сейсмічних даних // *Нафт. та газ. пром.-сть.* – 1994. – № 3. – С. 5–6.
2. *Межуєв В.П.* До підвищення роздільної здатності та інформативності сейсмічного запису // *Там само.* – 2001. – № 3. – С. 9–10.
3. *Межуєв В.П., Плєскач Н.В.* Прогноз літологічно екранованої пастки вуглеводнів на Федорівській площі // *Там само.* – 2003. – № 2. – С. 20–22.
4. *Межуєв В.П.* Відображення процесів осадоагромадження на часових сейсмічних розрізах різного рангу // *Геоінформатика.* – 2004. – № 1. – С. 45–48.
5. *Карагодін Ю.Н.* Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
6. *Лидер М.Р.* Седиментология. – М.: Мир, 1986. – 412 с.
7. *Мушин И.А., Бродов Л.Ю., Козлов Е.А., Хатьянов Ф.И.* Структурно-формационная интерпретация сейсмических данных. – М.: Недра, 1990. – 298 с.
8. *Галабуда Н.И., Кривошея В.А. и др.* Цикличность формирования Днепровско-Донецкой впадины. – Киев: Наук. думка, 1988. – 102 с.
9. *Кунин Н.Я., Кучерук В.Е.* Сейсмостратиграфия в решении проблем поиска и разведки месторождений нефти и газа (Месторождения горючих полезных ископаемых). – М.: ВИНТИ, 1984. – Т. 13. – 142 с.
10. *Сейсмическая стратиграфия* / Под ред. Г. Пейтона. – М.: Мир, 1982. – 260 с.

Надійшла до редакції 03.08.2010 р.

ДЕТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Рассмотрена возможность повышения информативности сейсмической записи при исследовании детальных изображений сейсмических полей. Показано получение таких изображений путем определения и использования не только экстремальных значений сейсмотрассы, но и других характерных точек на ней. Приведен пример детального сейсмофациального анализа на реальных материалах. Продемонстрировано существенное расширение возможностей спектрально-временного анализа при использовании детальных временных разрезов.

Ключевые слова: сейсмическая запись, детальные исследования, сейсмофациальный анализ, спектрально-временной анализ.