

РЕЗУЛЬТАТИ ЯВНОГО ВРАХУВАННЯ АНІЗОТРОПІЇ ШВИДКОСТЕЙ ЩОДО ПОБУДОВИ СЕЙСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

ЗАГОРОДНЮК П. Кандидат геолого-мінералогічних наук, голова ради директорів Групи компаній Надра
ЛІСНИЙ Г. Кандидат фізико-математичних наук, ТОВ «Надра інтегровані рішення»

В роботі показано, що явний учет анизотропии скоростей распространения сейсмических волн является предпочтительным по сравнению с традиционным скрытым учетом, смысл которого стал понятен в связи с публикациями авторов. Основными преимуществами явного учета сейсмической анизотропии являются:

– использование глубинного, а не временного масштаба при обработке и интерпретации сейсморазведочных данных;

– построение глубинно-скоростной модели без использования технологии метода общей средней точки. Это позволяет избежать ряда ошибок, что особенно актуально для сейсморазведки 3-D;

– возможность использовать технологию анизотропной декомпозиции сейсмических изображений.

Результаты обработки сейсморазведочных данных, полученных на территории ДДВ, убедительно демонстрируют преимущества явного учета сейсмической анизотропии для построения сейсмических изображений анизотропных сред.

The researches shows that the explicit account of the seismic waves velocities anisotropy is preferable comparing to the traditional one, the meaning of which became clear due to the authors' publications. The main advantages of an explicit account of seismic anisotropy are: – the usage of a depth scale, not the time scale, in seismic data processing and interpretation;

– depth-velocity modeling without using the technologies of common midpoint method, thus, preventing from a number of errors, which is highly important for 3-D seismic;

– possibility to use technology of seismic images anisotropic decomposition.

Dnieper-Donetsk depression seismic data processing results convincingly demonstrate the advantages of the seismic anisotropy explicit account for seismic imaging of anisotropic media.

Ключові слова: сейсморозвідка, сейсмічне зображення, еліптична анізотропія, променеві швидкості.

Ключевые слова: сейсморазведка, сейсмическое изображение, эллиптическая анизотропия, лучевые скорости.

Keywords: seismic prospecting, seismic image, elliptic anisotropy, ray velocities.

Постановка задачі

Сейсмічні зображення є основою для вивчення геологічної будови родовищ нафти і газу та площ, перспективних на наявність вуглеводнів. Для їх обчислення необхідно побудувати швидкісну модель геологічного середовища. Доволі точною вважається модель, що враховує анізотропію швидкостей поширення сейсмічних хвиль [3, 4]. Тривалий час урахування анізотропії швидкостей під час побудови сейсмічних зображень було пов'язано з низкою проблем. Головна з них – проблема визначення параметрів анізотропії швидкостей за поверхневими сейсмічними даними. В роботі [1] показано, що для поширеної еліптично-анізотропної апроксимації індикатриси променевої швидкості за поверхневими сейсмічними даними можна визначити лише горизонтальну піввісь ін-

дикатриси. Водночас вертикальна піввісь визначається лише за свердловинними сейсморозвідувальними даними. Подальші дослідження в цьому напрямі [2] дозволили зробити важливий висновок щодо існування прихованого врахування сейсмічної анізотропії. Було доведено, що врахування еліптичної анізотропії є типовим для сейсморозвідки з використанням ізотропної швидкісної моделі. Сама ж технологія прихованого врахування виконувалася у два етапи. На першому з них за поверхневими сейсмічними даними визначалися так звані сейсмічні швидкості. Ці швидкості відповідають горизонтальним півосям еліптичної індикатриси променевої швидкості. Вони використовувалися для побудови сейсмічних зображень, однак давали некоректне положення відбиваючих границь, за яке відповідають вертикальні півосі еліптичної індика-

триси. Для маскування помилок положення відбиваючих границь застосовувався часовий масштаб подання сейсмічних зображень. Далі для переходу до глибинного масштабу використовувалися швидкості, отримані за даними свердловинної сейсморозвідки з використанням ближнього пункту збудження. Ці швидкості відповідають вертикальним півосям еліптичної індикатрици променевої швидкості.

Таким чином, традиційна послідовність процедур обробки та інтерпретації сейсморозвідувальних даних у припущенні ізотропної швидкісної моделі забезпечувала та продовжує забезпечувати коректне врахування сейсмічної анізотропії у два етапи. Перший – це обробка сейсморозвідувальних даних з використанням сейсмічних швидкостей та перехід до часового масштабу. Другий – перехід до глибинного масштабу з використанням швидкостей, отриманих за свердловинними даними для ближнього пункту збудження.

Отже, виникає закономірне питання про доцільність явного врахування сейсмічної анізотропії та відповідного ускладнення технології обробки даних, зокрема побудови сейсмічних зображень, з урахуванням анізотропії швидкостей поширення сейсмічних хвиль. У зв'язку з цим розглянемо переваги та результати явного врахування анізотропії швидкостей під час побудови швидкісних моделей та обчислення сейсмічних зображень геологічного середовища.

Результати побудови сейсмічних зображень з явним урахуванням анізотропії швидкостей

З метою ілюстрації переваг явного врахування сейсмічної анізотропії розглянемо об'ємні сейсмічні зображення однієї з площ у центральній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), геологічна будова якої цілком типова для цієї структурно-тектонічної зони з крупними валоподібними підняттями. Ця площа характеризується значною глибиною залягання поверхні кристалічного фундаменту і великою потужністю покриваючого осадового чохла, у геологічній будові якого беруть участь відклади палеозойського, мезозойського та кайнозойського віків. Розглянемо об'ємні сейсмічні зображення для зазначеної площі, отримані різними способами.

На рис. 1–5 наведено порівняння вертикальних розрізів сейсмічних зображень, що подаються у глибинному (а) та часовому (б) масштабах. Для побудови сейсмічних зображень використано просторовий розподіл швидкостей, отриманий зі спектрів швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища. Тобто за спектрами швидкостей визначено розподіл горизонтальних швидкостей. Невідомий розподіл вертикальних швидкостей вважався рівним розподілу горизонтальних швидкостей. Саме так виконується побудова сейсмічних зображень традиційним способом. Перехід до часового масштабу виконано також з використанням розподілу горизонтальних швидкостей, або розподілу сейсмічних швидкостей.

Попри те що порівняння сейсмічних зображень у глибинному та часовому масштабах позбавлені глибокого змісту, вони дають змогу зрозуміти, чому для ізотропної моделі середовища подання зображень у часовому масштабі є більш популярним. Дійсно, використання правильного розподілу горизонтальних швидкостей забезпечує правильне відтворення форми коливань хвиль сейсмічного зображення. Однак природна розбіжність розподілів горизонтальних та вертикальних швидкостей призводить до істотних похибок у вертикальному положенні відбиваючих границь у припущенні ізотропної швидкісної моделі геологічного середовища. Саме це ілюструють розрізи сейсмічних зображень, наведені на рис. 1–5, аналізуючи які можна помітити наступне. Центральна частина структури, показаної на рис. 1 та рис. 3, на обох зображеннях подібна для пологих стратиграфічних комплексів мезокайнозою. Подібність зображень зменшується для відкладів верхнього та середнього карбону. Значні розбіжності спостерігаються для відкладів нижнього карбону. Це обумовлено значними розбіжностями горизонтальних та вертикальних швидкостей для зазначених фрагментів середовища. Те саме спостерігається і для складно побудованої північної частини структури (рис. 4 та рис. 5), яка у середньо- та нижньокарбонівій частині розрізу розділена на окремі тектонічні блоки і різко занурюється в північному напрямі. Водночас дещо менші розбіжності притаманні східній частині площі (рис. 2), яка має більш просту тектонічну будову.

На рис. 6–8 наведено порівняння сейсмічних зображень у глибинному масштабі, отриманих у припущенні ізотропної (а) та анізотропної (б) моделі геологічного середовища. Для побудови сейсмічного зображення у припущенні ізотропної моделі традиційно використано розподіл швидкостей поширення сейсмічних хвиль. Перший з них – це розподіл горизонтальних швидкостей, визначений за спектрами швидкостей поширення хвиль у середовищі. Другий – це розподіл вертикальних швидкостей, отриманий за даними сейсмокаротажу або вертикального сейсмічного профілювання з ближнього пункту.

Для побудови сейсмічного зображення у припущенні анізотропної моделі середовища використано два розподіли швидкостей поширення сейсмічних хвиль. Перший з них – це розподіл горизонтальних швидкостей, визначений за спектрами швидкостей поширення хвиль у середовищі. Другий – це розподіл вертикальних швидкостей, отриманий за даними сейсмокаротажу або вертикального сейсмічного профілювання з ближнього пункту.

Порівняння сейсмічних зображень, побудованих у припущенні ізотропної та анізотропної моделі середовища, дозволяє констатувати наступне. У першому випадку розрізи об'ємного сейсмічного зображення не є вірогідними та містять значні похибки вертикальних координат відбиваючих границь. Водночас розрізи сейсмічного зображення для анізотропної швидкісної моделі дозволяють надійно визначати геометричну будову середовища, а також фільтраційно-емнісні властивості гірських порід, що його складають.

Розглянемо центральний блок, або склепінну частину структури (рис. 6), складно побудовану північну час-

тину та полого нахилену східну частину (рис. 7) площі. Спільним для них є те, що на сейсмічних зображеннях для анізотропної моделі відсутні псевдоструктури, які спостерігаються на відповідних зображеннях для ізотропної швидкісної моделі. Це значно наближує такі зображення до морфометричних характеристик реального геологічного середовища. При цьому дещо зменшується потужність окремих сейсмостратиграфічних комплексів за рахунок відповідного стиснення сейсмічного зображення. Це дає змогу більш впевнено закартувати кутове неузгодження мезокаїнозойських та палеозойських відкладів, виділивши окремі підрозмивні шари (рис. 6 та рис. 7). Унаслідок врахування сейсмічної анізотропії зменшилась та стала більш зрозумілою амплітуда одного з регіональних скидів, що перетинають структуру в субмеридіональному напрямі (рис. 8).

Розглянемо розрізи сейсмічних зображень, показані на рис. 9–12. Сейсмічні зображення побудовані у припущенні ізотропної (а) та анізотропної (б) моделі геологічного середовища. У першому випадку використані лише горизонтальні швидкості, отримані зі спектрів швидкостей. У другому – вертикальні швидкості, отримані за даними свердловинної сейсморозвідки, та горизонтальні швидкості, отримані зі спектрів швидкостей. Всі зображення подані у часовому масштабі. Причому для переходу до часового масштабу в разі ізотропного середовища використано розподіл горизонтальних швидкостей, а у випадку анізотропного середовища – розподіл вертикальних швидкостей. На перший погляд, не виникає сумнівів у ідентичності відповідних розрізів. Але під час більш детального аналізу розрізів можна побачити характерні риси, які вказують на переваги сейсмічного зображення, отриманого у припущенні анізотропної моделі геологічного середовища або з використанням технології явного врахування сейсмічної анізотропії. Так, на рис. 9 більш впевнено фіксується скидове порушення у південній частині структури. Це – один із субширотних розломів, які відокремлюють дану структуру від розташованої південніше суміжної структури. Те саме можна спостерігати у східній частині (рис. 10а), де малоамплітудне порушення майже зникає на рівні верхнього карбону. Водночас на рис. 10б це порушення визначається доволі впевнено. Зазначимо також, що явне врахування сейсмічної анізотропії дозволяє впевнено розділити інтенсивно блоковану південну частину структури на окремі тектонічні блоки завдяки впевненому трасуванню порушень навіть у проблемних зонах з ослабленою фазовою кореляцією (рис. 11 та 12). Крім того, на лівій верхній з окреслених ділянок (рис. 12б) добре фіксується значне збільшення роздільної здатності для відкладів верхнього карбону, де потужна суцільна негативна фаза уздовж малоамплітудного скиду розділяється на дві негативні фази з позитивною фазою між ними.

Результати, показані на рис. 9–12, дозволяють коректно порівняти сейсмічні зображення у часо-

вому масштабі, побудовані за технологіями прихованого та явного врахування сейсмічної анізотропії. У цьому разі зображення, побудоване за технологією явного врахування сейсмічної анізотропії, фактично перетворюється до стану більш низького інформативного рівня, на якому стає можливим проведення порівняння відповідних сейсмічних зображень. Але навіть попри схожість результатів, за умови їх подання у часовому масштабі, явне врахування сейсмічної анізотропії дає кращі результати, особливо для дрібних елементів геологічного середовища, а також у разі значних градієнтів швидкостей поширення сейсмічних хвиль. У цьому випадку недоліки сейсмічних зображень, отриманих у припущенні ізотропної швидкісної моделі або за технологією прихованого врахування сейсмічної анізотропії, пов'язані з помилками їх перетворення до часового масштабу з використанням розподілу значень горизонтальних швидкостей. Нагадаємо, що розподіли значень горизонтальних швидкостей відповідають розподілам ефективних швидкостей зі значними вертикальними та горизонтальними градієнтами порівняно з розподілами вертикальних швидкостей.

На рис. 13–16 наведено порівняння двох розрізів об'ємних сейсмічних зображень, побудованих у припущенні анізотропної швидкісної моделі середовища. В обох випадках використано однаковий розподіл вертикальних швидкостей. Однак розподіли горизонтальних швидкостей визначено різними способами. У першому випадку (а) розподіл горизонтальних швидкостей визначено за спектрами спільної середньої точки. У другому (б) – за спектрами сейсмічних зображень у глибинному масштабі. Спектри швидкостей спільної середньої точки, як правило, дають дещо завищені значення швидкостей порівняно з ефективними швидкостями у геологічному середовищі. Крім того, існують інші обмеження щодо застосування підсумовування за методом спільної середньої точки, а, відповідно, і до обчислення спектрів швидкостей спільної середньої точки. Це обмеження на форму відбиваючих границь, некоректність підсумовування у разі зміни нахилу відбиваючих границь в різних площинах відбиття для площинних сейсмограм спільної середньої точки. Сукупний вплив зазначених факторів призводить до відповідного зниження якості сейсмічних зображень через похибки у розподілі значень горизонтальних швидкостей, що використовуються для побудови сейсмічних зображень.

Перевага сейсмічних зображень, отриманих за методикою явного врахування сейсмічної анізотропії, демонструється їх вертикальними розрізами через складно побудовану західну (рис. 13б), південну (рис. 14б і 15б) та північну (рис. 16б) частини площі. На рисунках показані динамічно витримані зображення з високою роздільною здатністю, зокрема їхні фрагменти для стратиграфічного рівня середнього – нижнього карбону, з відкладами якого і пов'язані основні перспективи пошуків пасток вуглеводнів у цій частині ДДЗ.

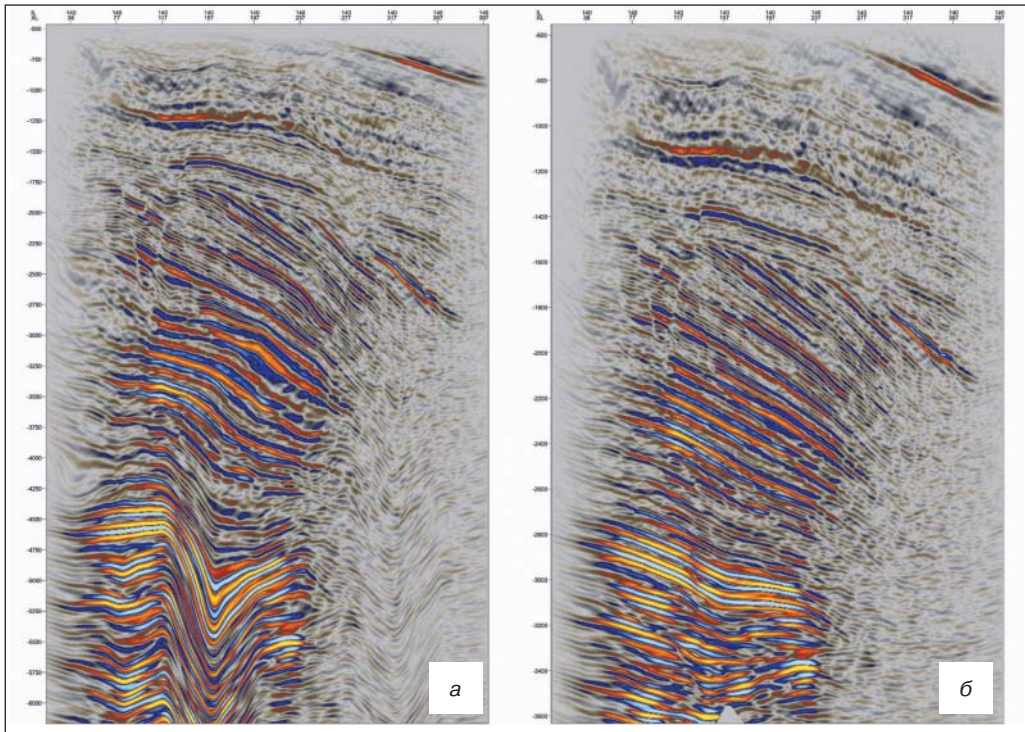


Рис. 1. Якісне співставлення розрізів сейсмічних зображень, отриманих з використанням розподілу горизонтальних швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища для лінії 140: а) у глибинному масштабі; б) у часовому масштабі

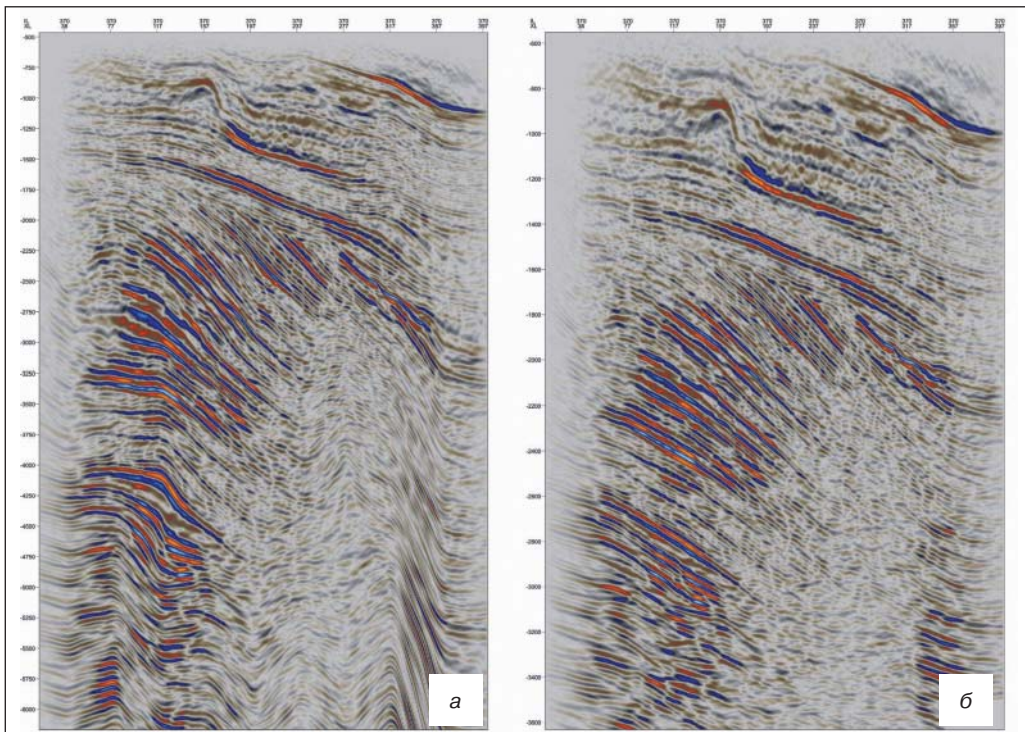


Рис. 2. Якісне співставлення розрізів сейсмічних зображень, отриманих з використанням розподілу горизонтальних швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища для лінії 370: а) у глибинному масштабі; б) у часовому масштабі

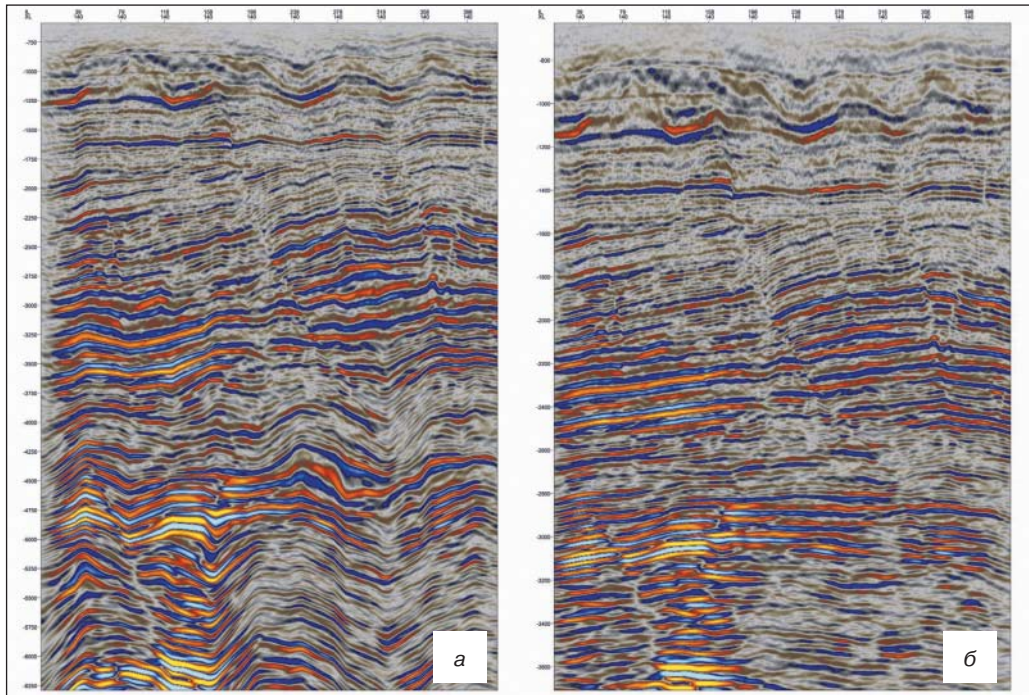


Рис. 3. Якісне співставлення розрізів сейсмічних зображень, отриманих з використанням розподілу горизонтальних швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища для перпендикулярної лінії 140: а) у глибинному масштабі; б) у часовому масштабі

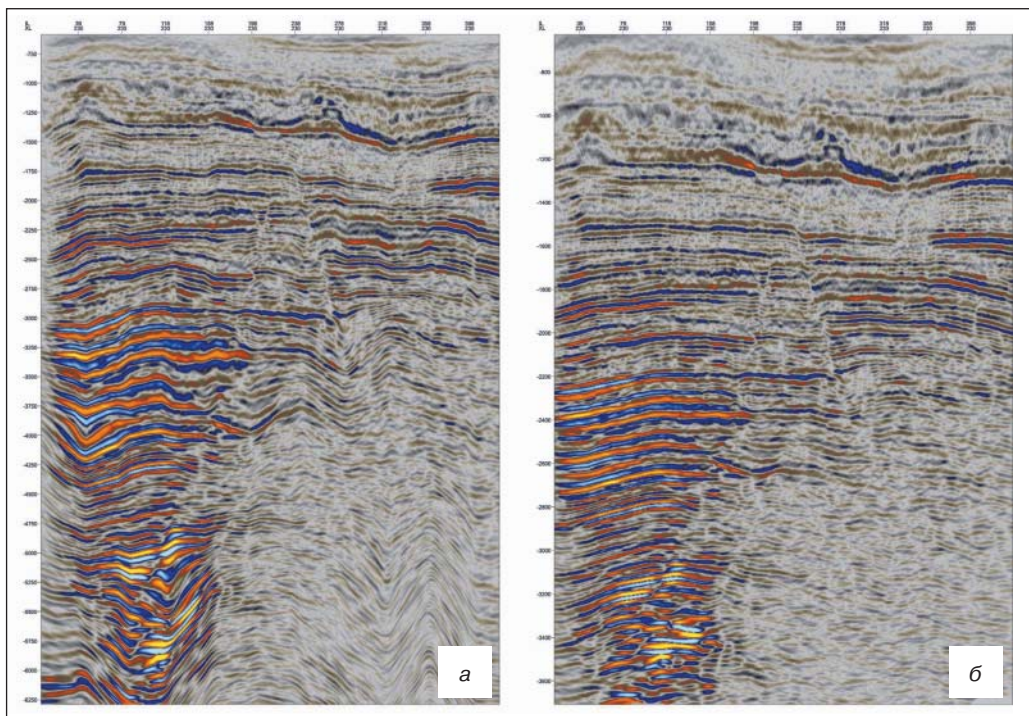


Рис. 4. Якісне співставлення розрізів сейсмічних зображень, отриманих з використанням розподілу горизонтальних швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища для перпендикулярної лінії 230: а) у глибинному масштабі; б) у часовому масштабі

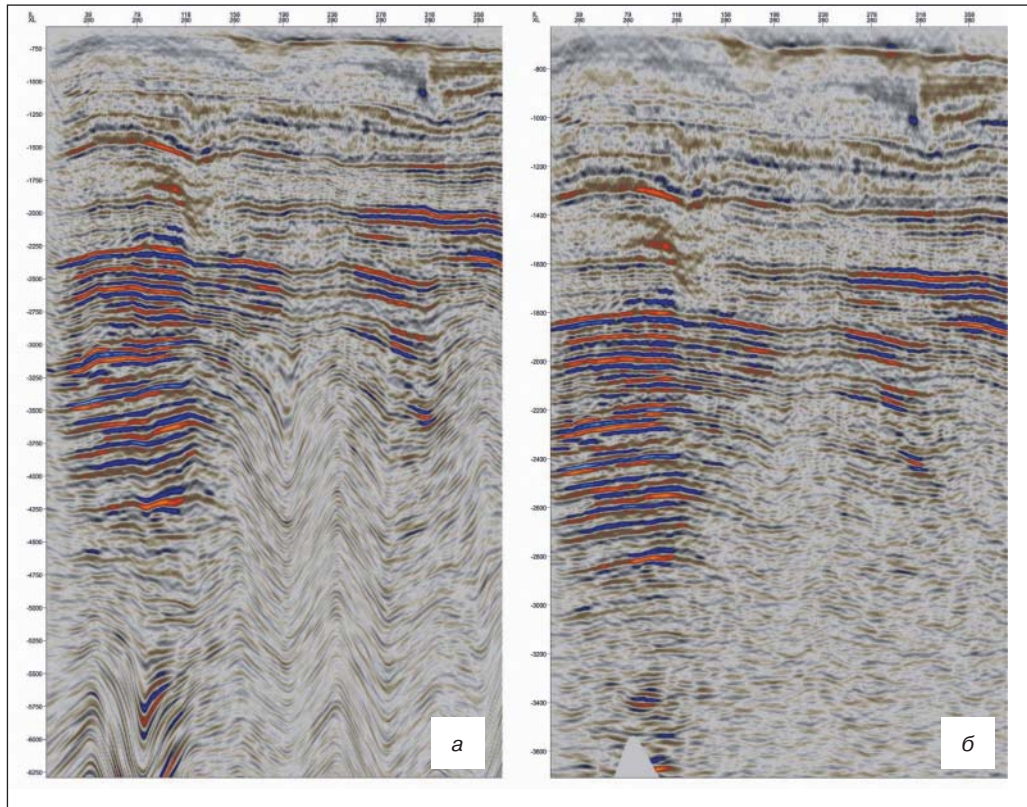


Рис. 5. Якісне співставлення розрізів сейсмічних зображень, отриманих з використанням розподілу горизонтальних швидкостей у припущенні ізотропної моделі геологічного середовища для перпендикулярної лінії 280: а) у глибинному масштабі; б) у часовому масштабі

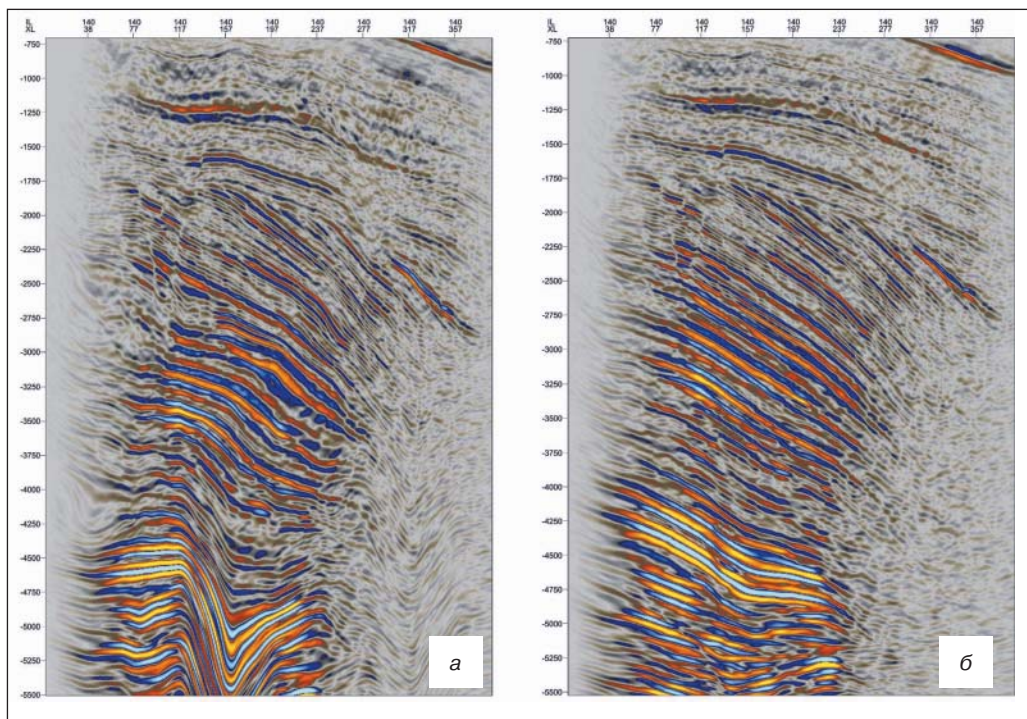


Рис. 6. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для лінії 140, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

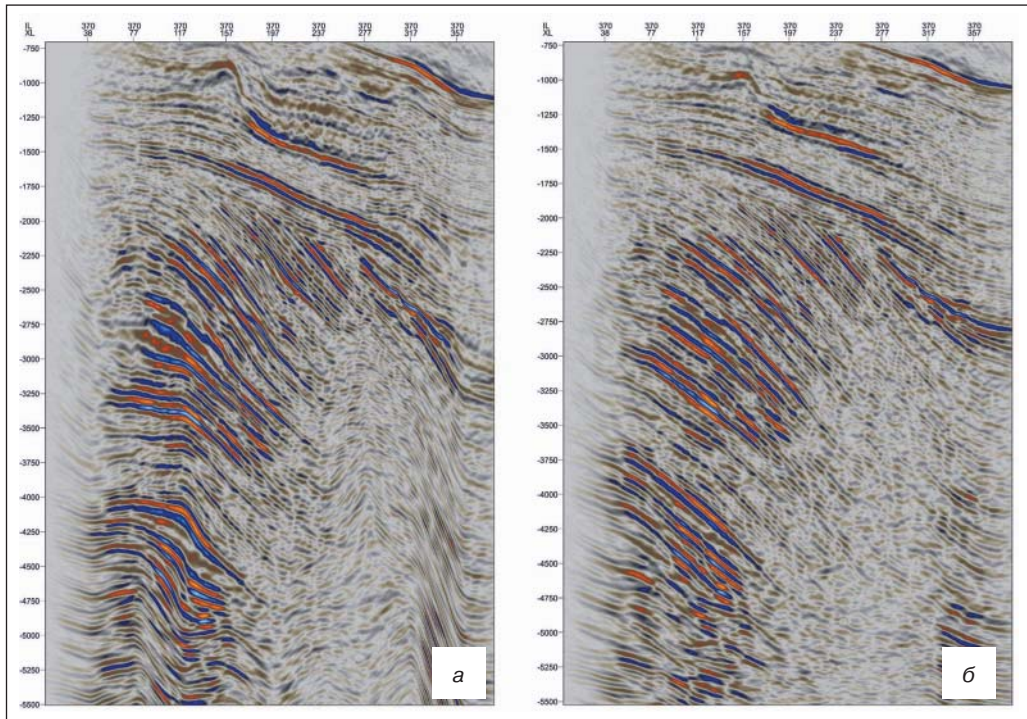


Рис. 7. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для лінії 370, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

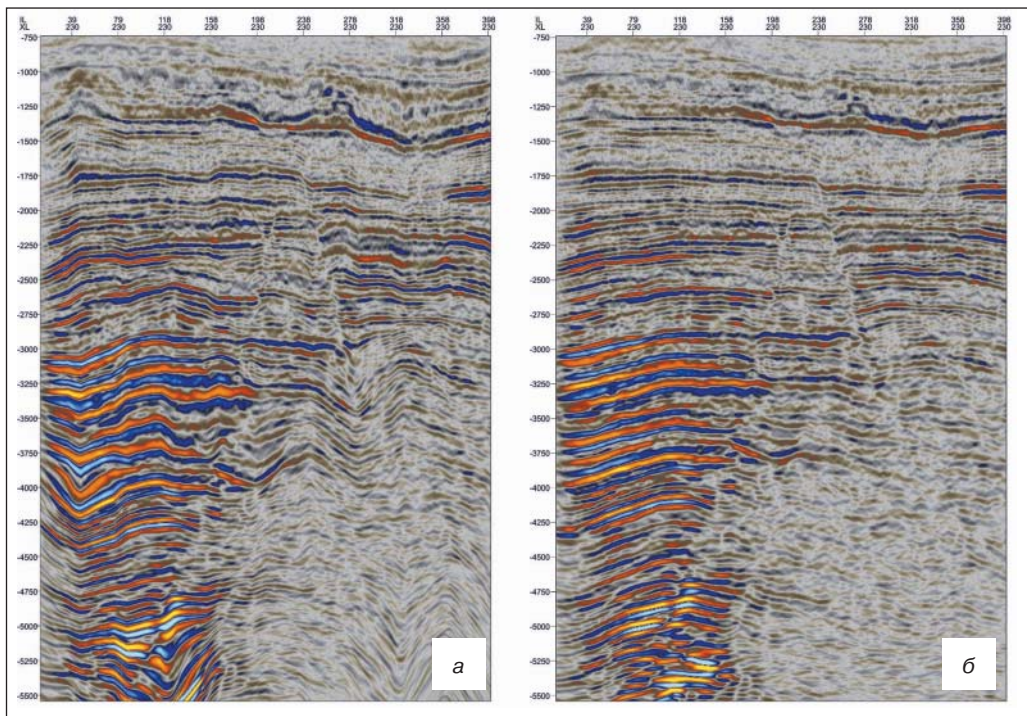


Рис. 8. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для перпендикулярної лінії 230, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

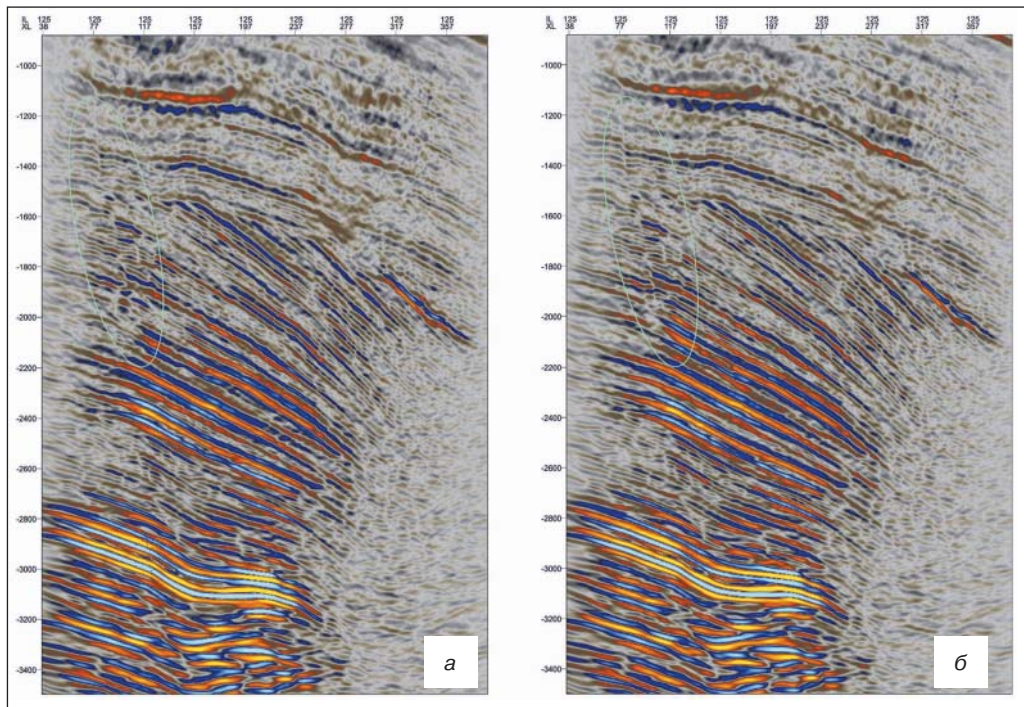


Рис. 9. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у часовому масштабі для лінії 125, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

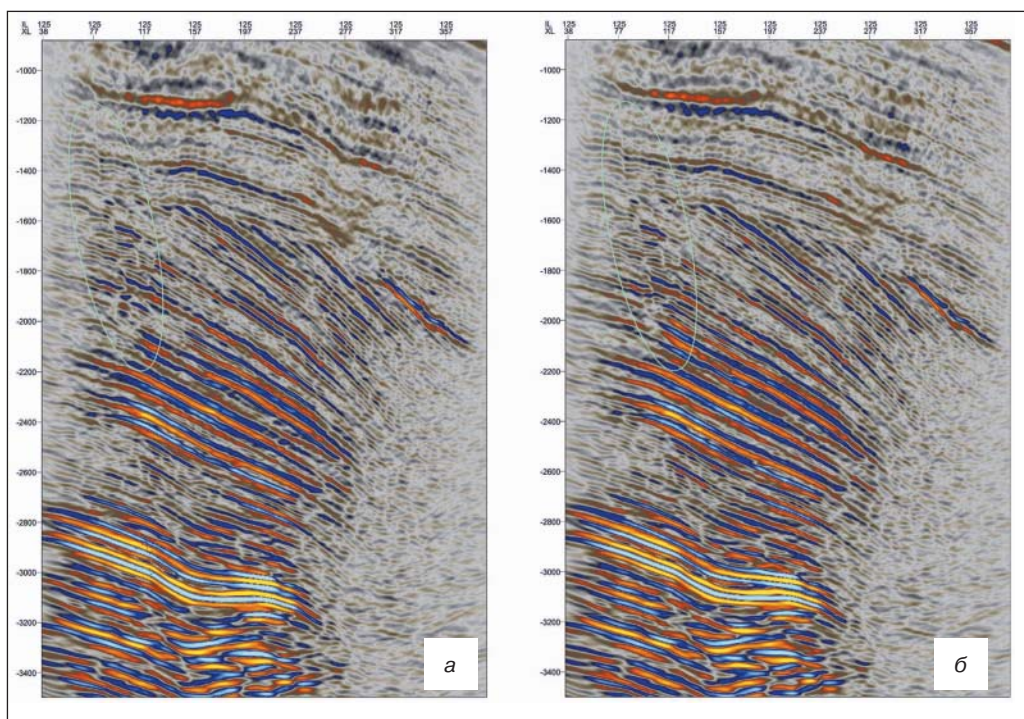


Рис. 10. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у часовому масштабі для лінії 415, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

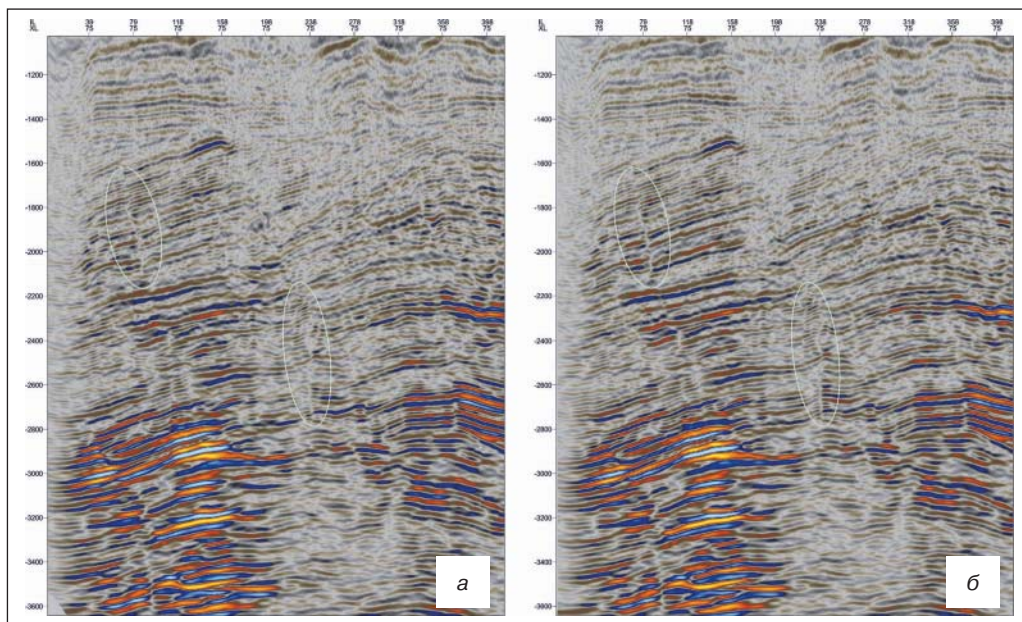


Рис. 11. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у часовому масштабі для перпендикулярної лінії 75, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

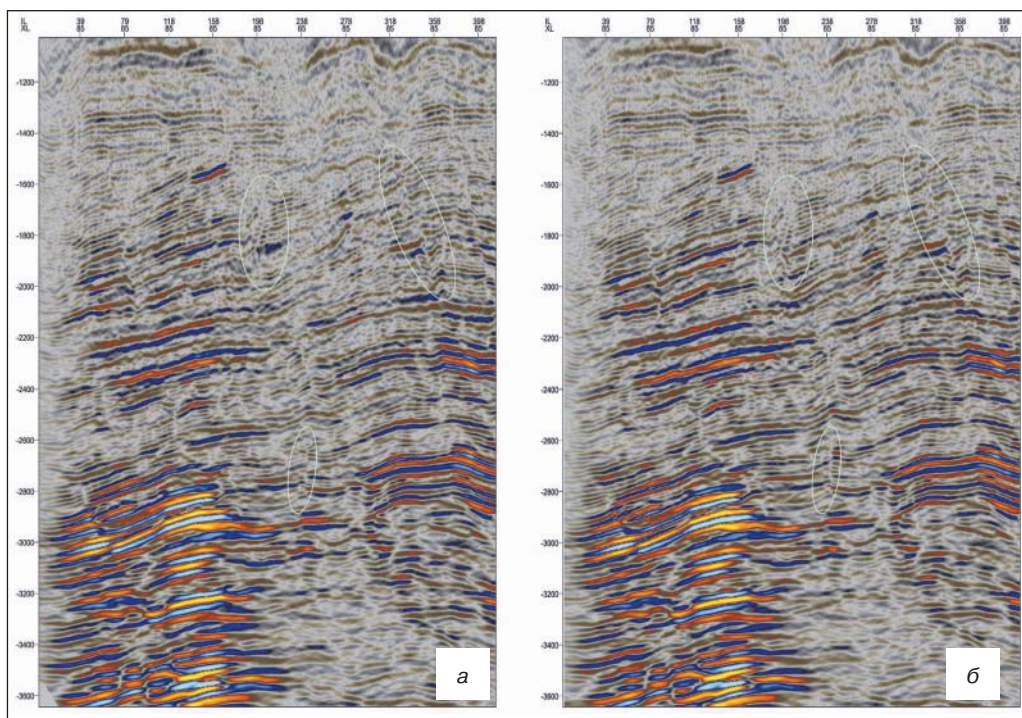


Рис. 12. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у часовому масштабі для перпендикулярної лінії 85, отриманих у припущенні: а) ізотропної швидкісної моделі; б) анізотропної швидкісної моделі

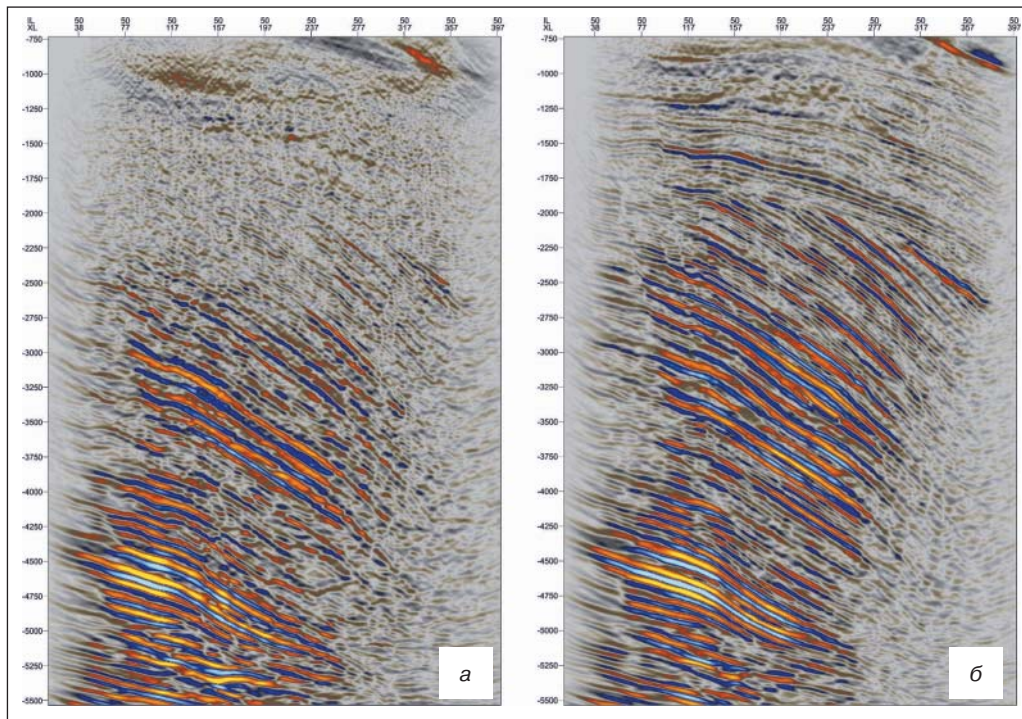


Рис. 13. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для лінії 50, побудованих для анізотропної моделі середовища. Розподіл значень вертикальних швидкостей отримано за даними свердловинної сейсморозвідки. Розподіл значень горизонтальних швидкостей отримано за спектрами швидкостей: а) спільної середньої точки; б) сейсмічних зображень

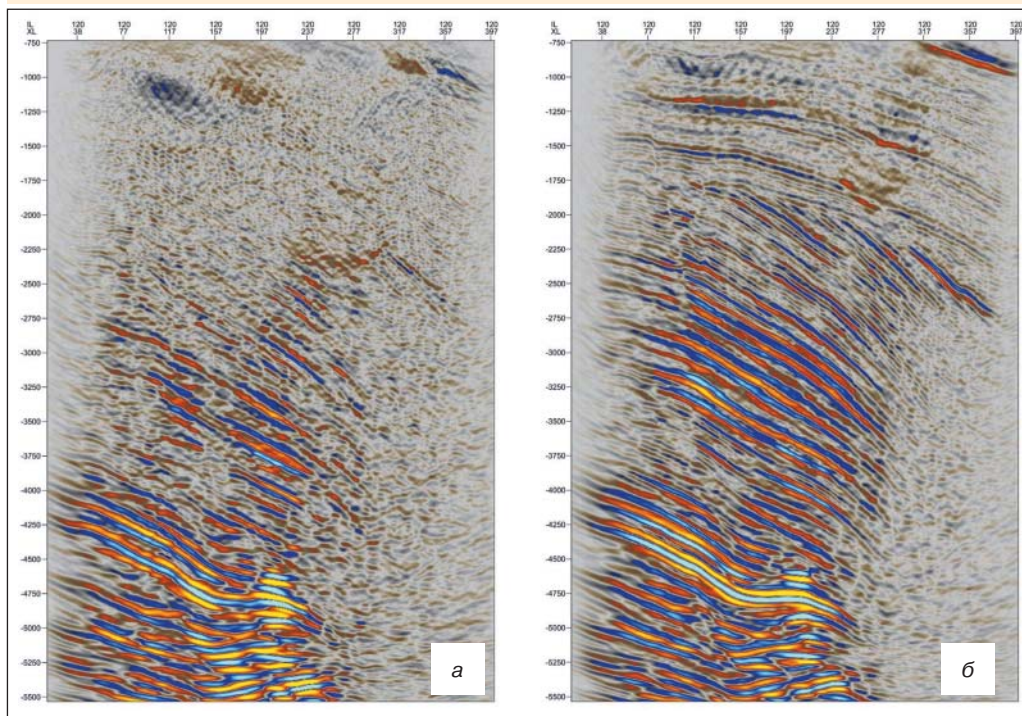


Рис. 14. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для лінії 120, побудованих для анізотропної моделі середовища. Розподіл значень вертикальних швидкостей отримано за даними свердловинної сейсморозвідки. Розподіл значень горизонтальних швидкостей отримано за спектрами швидкостей: а) спільної середньої точки; б) сейсмічних зображень

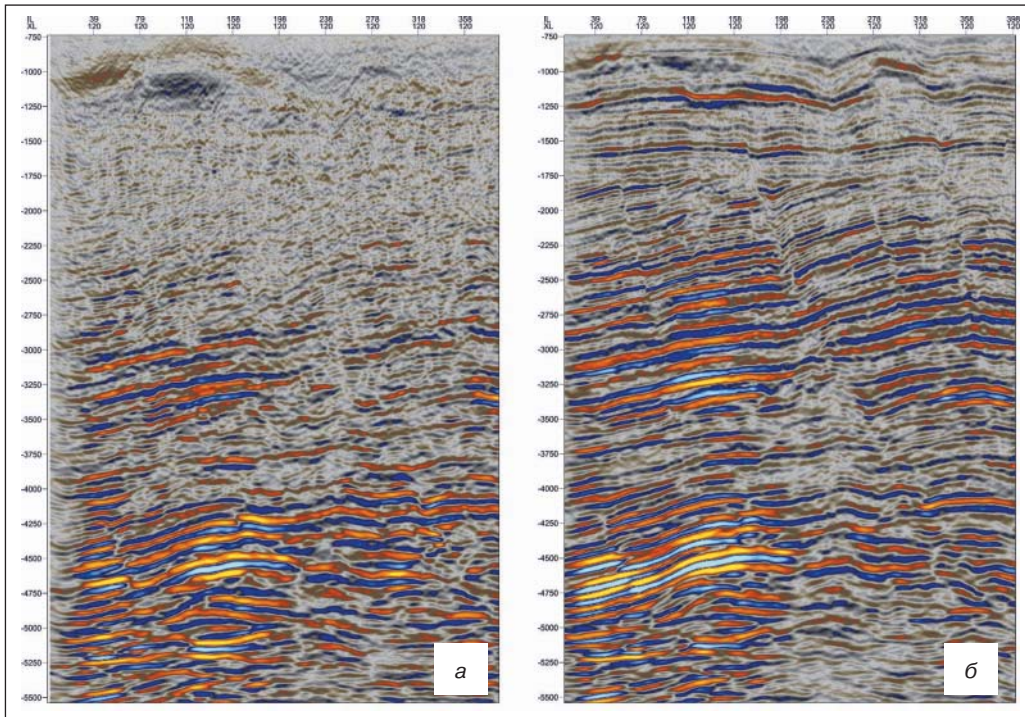


Рис. 15. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для перпендикулярної лінії 120, побудованих для анізотропної моделі середовища. Розподіл значень вертикальних швидкостей отримано за даними свердловинної сейсморозвідки. Розподіл значень горизонтальних швидкостей отримано за спектрами швидкостей: а) спільної середньої точки; б) сейсмічних зображень

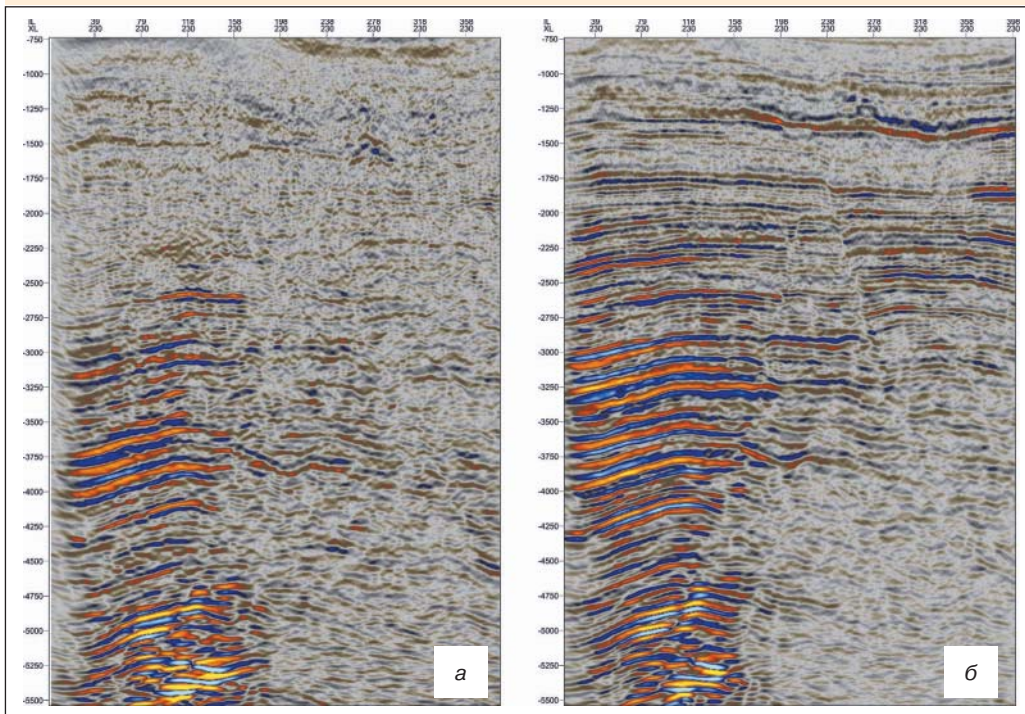


Рис. 16. Порівняння розрізів сейсмічних зображень у глибинному масштабі для перпендикулярної лінії 230, побудованих для анізотропної моделі середовища. Розподіл значень вертикальних швидкостей отримано за даними свердловинної сейсморозвідки. Розподіл значень горизонтальних швидкостей отримано за спектрами швидкостей: а) спільної середньої точки; б) сейсмічних зображень

Звернемося до рис. 17–19, які відповідають вертикальним розрізам сейсмічних зображень уздовж ліній з номерами 50, 280, та перпендикулярної лінії 140. На кожному з рисунків показана послідовність сейсмічних зображень, побудованих з використанням різних швидкісних моделей. Кожна з моделей має однаковий розподіл швидкостей $v_z(x, y, z)$, отриманий за даними свердловинної сейсморозвідки. Однак розподіл швидкостей $v_x(x, y, z)$ для кожного сейсмічного зображення різний. У кожній послідовності сейсмічних зображень значення швидкостей $v_x(x, y, z)$ змінені порівняно зі значеннями швидкостей $v_z(x, y, z)$, а саме: зменшено на 6 відсотків, не змінено, збільшено на 4, 8 та 12 відсотків відповідно. Процедура побудови зазначеної послідовності сейсмічних зображень з однаковими розподілами значень вертикальних швидкостей $v_z(x, y, z)$, але з різними розподілами значень горизонтальних швидкостей $v_x(x, y, z)$ називається анізотропною декомпозицією сейсмічних зображень [2].

Детальний розгляд послідовності сейсмічних зображень з різними значеннями розбіжностей у розподілах горизонтальних та вертикальних швидкостей дозволяє визначити деталі геологічної будови, що відповідають різним значенням анізотропії швидкостей.

Розріз за лінією 50 (рис. 17) характеризує західну складно блоковану частину площі з дуже чітко вираженим у динаміці хвильового поля кутовим неузгодженням між відкладами мезокайнозою та палеозою. При значеннях швидкостей $v_x(x, y, z)$ зменшених порівняно зі значеннями швидкостей $v_z(x, y, z)$ на 6 відсотків, спостерігається рівномірне, але не дуже динамічно виражене та витримане хвильове поле з яскравими відбиттями у кайнозойській товщі, в інтервалах розрізу, що відповідають поширенню порід башкирської та візейської карбонатних плит, у карбонатному розрізі турнейського ярусу нижнього карбону. Ці репери характерні також для всіх інших значень змін швидкостей $v_x(x, y, z)$ відносно швидкостей $v_z(x, y, z)$, але мають деякі розбіжності. Так, наприклад, потужні відбиття у моноклінальній піщано-глинистій товщі кайнозою поступово ослаблюються разом зі зростанням значень швидкостей $v_x(x, y, z)$ порівняно зі значеннями швидкостей $v_z(x, y, z)$. Стратиграфічний інтервал границі мезозой – палеозой (приблизно 1500–2500 м) при значеннях, зменшених на 6 відсотків, роздібнений на окремі відбиття. При нульових значеннях анізотропії він набуває виразних динамічних характеристик та морфологічних рис, притаманних реальним геологічним об'єктам. Починаючи зі значень 4 відсотки і далі відбиття поступово ослаблюються до повної втрати кореляції. На рис. 17д залишається лише сейсмічний «останець» з товщі верхнього карбону, розташований на крайньому півдні площі. Він занурений та залягає зі значним нахилом у бік падіння. Такі ж особливості ослаблення хвиль притаманні великому стратиграфічному комплексу середнього та нижнього карбону, з якого найбільш стійкими до ослаблення є відбиття башкирської та візейської карбонатних плит,

а найбільш вразливими виявились теригенні відклади серпуховського та верхньої частини візейського ярусу нижнього карбону (глибина приблизно 4000–4500 м), сейсмічне зображення яких майже зникає при збільшенні анізотропії до 12 відсотків. Типовим для цих зрізів є і те, що, крім інтервалу границі мезокайнозой – палеозой, усі зазначені сейсмостратиграфічні комплекси мають найбільш витримані та збалансовані відбиття саме при значеннях швидкостей $v_x(x, y, z)$, не змінених порівняно зі значеннями швидкостей $v_z(x, y, z)$ (рис. 17б). Рис. 18 та 19 демонструють, що наведені риси сейсмічних зображень геологічного середовища характерні також для інших ділянок площі. Це її крайній схід, що полого занурюється і має дещо більші глибини залягання стратиграфічних підрозділів та значно простішу розривну тектоніку (рис. 18), центральна склепінна частина, яка залягає більш полого, значно піднята відносно власних крил уздовж порушень та інтенсивно роздібнена на блоки (рис. 19).

Аналіз наведених зображень показує, що їх задовільна якість в цілому відповідає швидкісній моделі, для якої значення горизонтальної швидкості не відрізняються від значень вертикальної швидкості. Разом з тим деякі відбиваючі границі мають більш високу якість для інших значень анізотропії, наприклад, 4 або 8 відсотків. Враховуючи цей факт, а також подання сейсмічних зображень у просторових координатах, доцільно виконувати роздільну інтерпретацію відбиваючих границь за сейсмічними зображеннями, побудованими з використанням швидкісних моделей з однаковими розподілами вертикальних швидкостей $v_z(x, y, z)$, однак з різними розподілами горизонтальних швидкостей $v_x(x, y, z)$. Нагадаємо, що розподіл значень вертикальних швидкостей відповідає за величини глибин відбиваючих границь, а розподіл значень горизонтальних швидкостей відповідає за форму сигналів (або за «фокусування») хвиль зображень, що корелюють з відбиваючими границями.

Висновки

Експериментально доведено наступні переваги явного врахування сейсмічної анізотропії порівняно з прихованим:

- відсутність обмежень, пов'язаних з використанням спектрів швидкостей спільної середньої точки: а) довільна форма відбиваючих границь; б) визначення ефективних швидкостей у геологічному середовищі, а не швидкостей спільної середньої точки, які залежать також від нахилів плоских відбиваючих границь; в) відсутність проблем, пов'язаних зі зміною нахилу відбиваючих границь у різних площинах відбиття для площинних сейсмограм спільної середньої точки;
- відсутність суб'єктивних помилок, пов'язаних з перетворенням швидкостей спільної середньої точки у ефективні швидкості для геологічного середовища;
- використання глибинного масштабу для спектрів швидкостей та сейсмічних зображень без їх попередньої побудови у часовому масштабі;

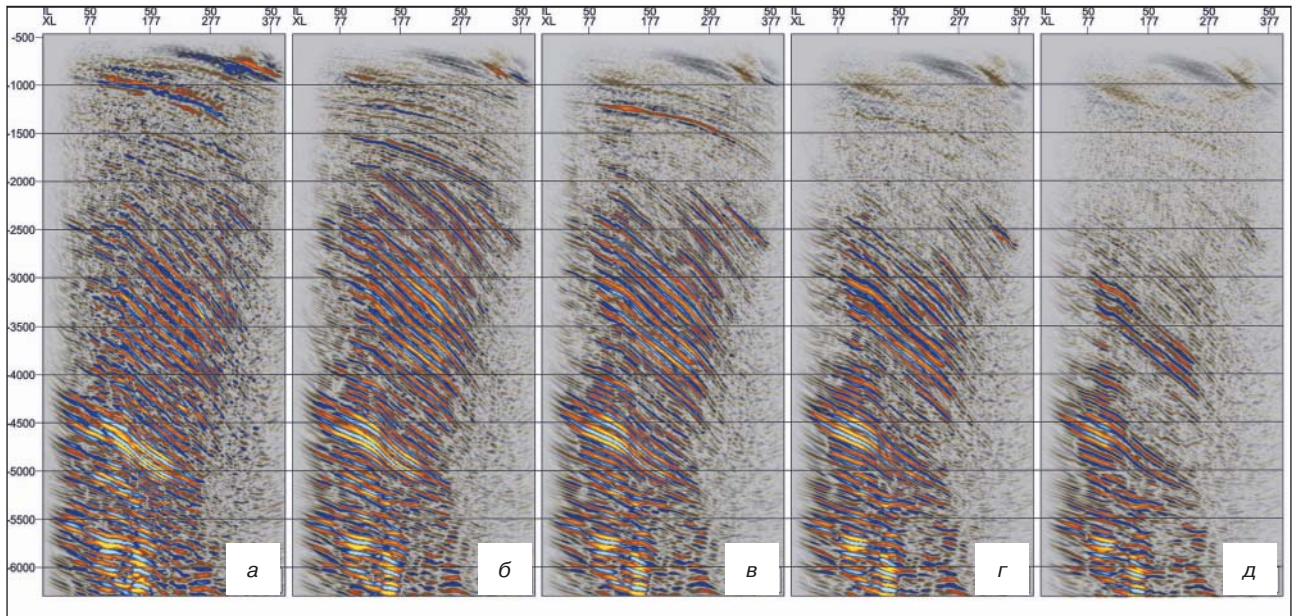


Рис. 17. Вертикальні розрізи сейсмічних зображень для лінії 50. Значення горизонтальної швидкості $V_x(x,y,z)$ порівняно з відповідними значеннями вертикальної швидкості $V_z(x,y,z)$: а) зменшено на 6 відсотків; б) не змінено; в) збільшено на 4 відсотки; г) збільшено на 8 відсотків; д) збільшено на 12 відсотків

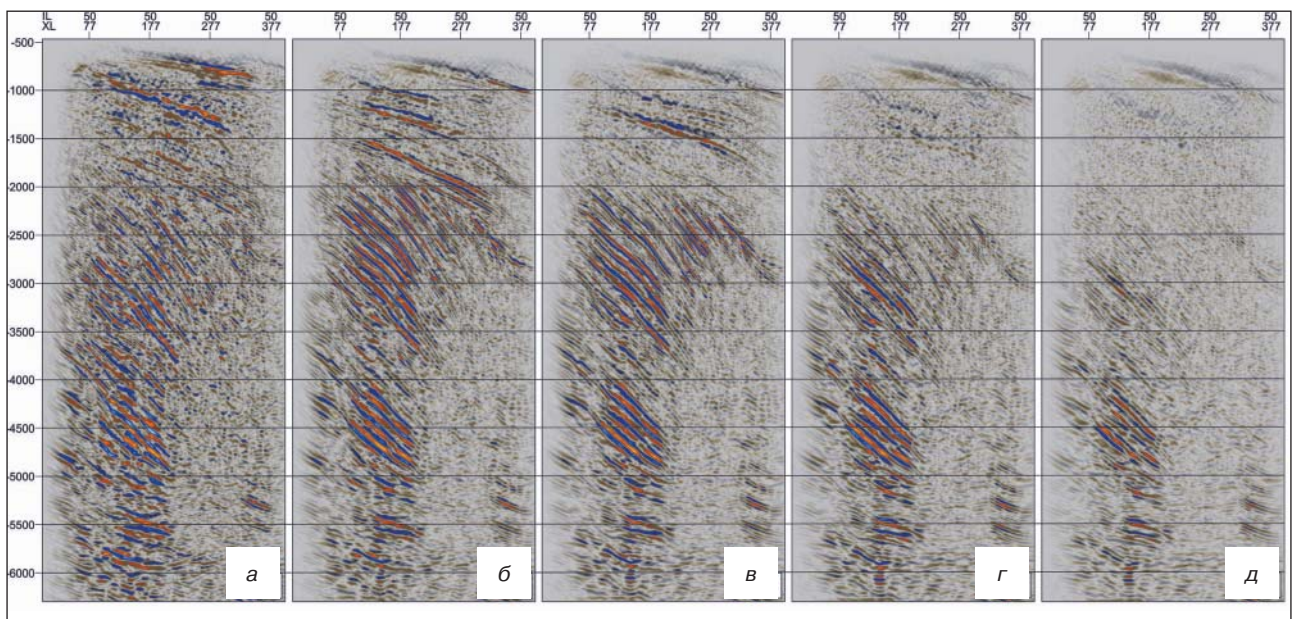


Рис. 18. Вертикальні розрізи сейсмічних зображень для лінії 280. Значення горизонтальної швидкості $V_x(x,y,z)$ порівняно з відповідними значеннями вертикальної швидкості $V_z(x,y,z)$: а) зменшено на 6 відсотків; б) не змінено; в) збільшено на 4 відсотки; г) збільшено на 8 відсотків; д) збільшено на 12 відсотків

- повна відповідність положення відбиваючих границь на спектрах і на сейсмічних зображеннях існуючим глибинним моделям та свердловинним даним;
- можливість подальшого ускладнення анізотропної швидкісної моделі, наприклад, до моделі, що описується тривісним еліпсоїдом променевої швидкості або більш складними фігурами;

- можливість отримувати спектри швидкостей і сейсмічні зображення за сейсмограмами обмінних хвиль для анізотропії швидкостей, що розбігається для падаючих та висхідних хвиль;
- можливість вибіркової інтерпретації елементів геологічного розрізу, що характеризуються постійними значеннями анізотропії швидкостей, з вико-

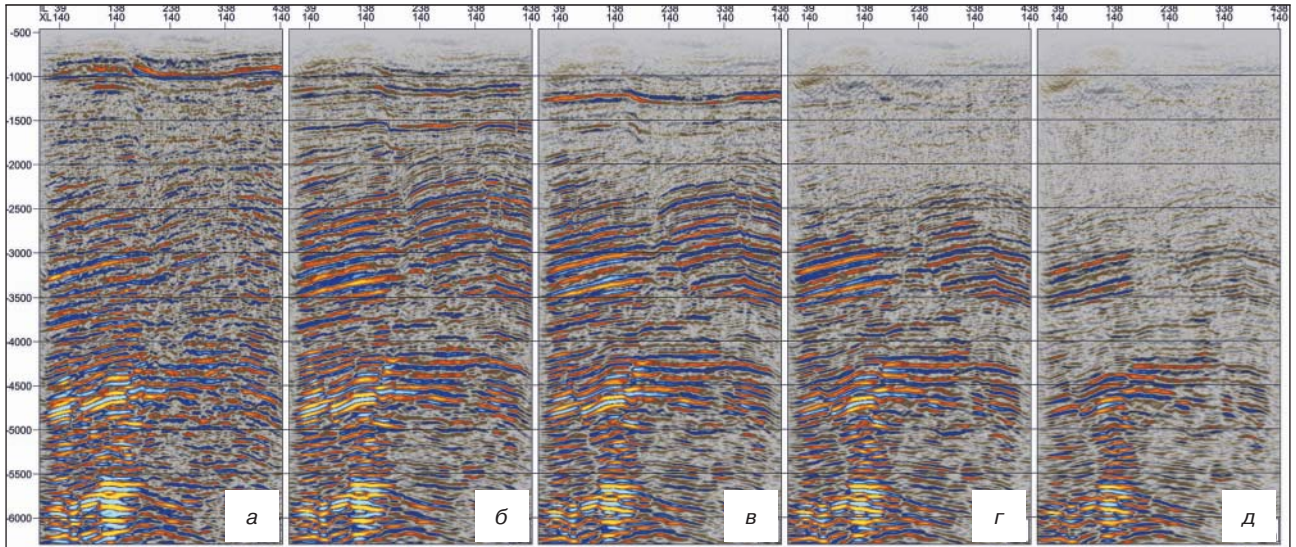


Рис. 19. Вертикальні розрізи сейсмічних зображень для перпендикулярної лінії 140. Значення горизонтальної швидкості $V_x(x,y,z)$ порівняно з відповідними значеннями вертикальної швидкості $V_2(x,y,z)$: а) зменшено на 6 відсотків; б) не змінено; в) збільшено на 4 відсотки; г) збільшено на 8 відсотків; д) збільшено на 12 відсотків

ристанням технології анізотропної декомпозиції сейсмічних зображень;

- можливість застосовувати автоматичне визначення швидкісної моделі з використанням технології анізотропної декомпозиції сейсмічних зображень;

- відсутність похибок перетворення масштабів для малих елементів розрізу та великих градієнтів швидкостей поширення сейсмічних хвиль.

Отже, явному врахуванню сейсмічної анізотропії порівняно з прихованим способом властива більша вірогідність, спрощення технології та економія часу. Таким чином, цей метод дозволяє більш ефективно проводити вивчення геологіч-

ної будови перспективних площ та родовищ вуглеводнів.

1. *Лесной Г.Д.* Возможности определения скоростной модели с эллиптической анизотропией с помощью прямого преобразования сейсмограмм общих источников в сейсмические изображения геологической среды // Геолог України. – 2010. – № 4(32). – С. 69–75.

2. *Лісний Г.Д.* Анізотропна декомпозиція сейсмічних зображень // Геолог України. – 2012. – № 1–2(37–38). – С. 94–103.

3. *Grechka V.* Application of Seismic Anisotropy in the Oil and Gas Industry // EAGE Publication bv. – Houten, 2009.

4. *Tsvankin I.* Seismic signature and analysis of reflection data in anisotropic media. – Pergamon, Amsterdam, 2001 (second edition 2005). – 454 p.